Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОЗЕРНОГО И РЕЧНОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА им. Л.С. БЕРГА»

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БИОРЕСУРСОВ ВНУТРЕННИХ ВОДОЁМОВ И ПУТИ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 85-летию Татарского отделения

Казань, 2016

УДК 639.3

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БИОРЕСУРСОВ ВНУТРЕННИХ ВОДОЁМОВ И ПУТИ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ: Материалы докладов Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 85-летию Татарского отделения ГОСНИОРХ (Казань, 24-29 октября 2016 г.). Казань, 2016. 1172 с. (ФГБНУ «ГосНИОРХ»).

В сборнике представлены статьи, посвященные современному состоянию биологических ресурсов водоёмов России и сопредельных государств. Освещены следующие направления: современное состояние водных биоресурсов водоёмов России и сопредельных государств; видовое разнообразие сообществ ВБР в реках, озерах, водохранилищах и морях; современные методы исследования водных биоресурсов; изменения, наблюдаемые в популяциях водных биоресурсов под воздействием природных и антропогенных факторов; современное состояние и перспективы развития аквакультуры; охрана и рациональное использование водных биоресурсов.

The collection contains articles to the current state of biological resources in the waters reservoirs Russia and its neighbouring countries. When covering the following areas: current state of water bioresources of reservoirs of Russia and neighboring countries; species diversity of communities of biological resources in rivers, lakes, reservoirs and seas; modern methods for studying of biological resources; changes observed in populations of biological resources under the influence of natural and anthropogenic factors; current state and prospects of development of aquaculture; protection and rational use of water bioresources.

Редакционная коллегия
А.А. Лукин (гл. редактор), А. П. Педченко (зам. гл. редактора)
В.Н. Воронин, Ю.Ѵ . Лукина, О.Б. Максимова, И.Н. Остроумова,
Г.П. Руденко, Д.С. Сендек, А.К. Шумилина

Материалы публикуются в авторской редакции

Верстка В.Г. Хабазовой

ISBN 978-5-91648-035-1

© ФГБНУ «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга» (ФГБНУ «ГосНИОРХ»), 2016

СОДЕРЖАНИЕ

К 85-летию научно-исследовательской деятельности Татарского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ».....15

Азаренко М.Н. Особенности формирования зоопланктона западной части Северного Каспия в 2014-2015 гг.....23

Александрова Е.Н., Фигурков С.А. Возможности искусственного воспроизводства речных раков в водоемах Татарстана.....30

Алексеев М.Ю., Зубченко А.В. Угрожающие тенденции в естественном воспроизводстве семги реки Варзуга (Кольский п-ов): причины и пути устранения.....39

Андреева Т.В., Кузнецов В.В. Размерно-весовой и возрастной состав уловов белоглазки *Abramis sapa* Pallas, 1814 в нижней части Свияжского залива Куйбышевского водохранилища за 2013-2014 гг. 48

Анохина О.К., Ахтямова Р.К., Говоркова Л.К. Паразитарная инвазированность рыб в различных водоемах России.....53

Анохина О.К., Говорков В.И., Горшков М.А., Ахметзянов Д.Р., Говоркова Л.К. Современное состояние водных биоресурсов Куйбышевского водохранилища.....59

Ардабьева А.Г. Фитопланктон Северного Каспия в летний период.....65

Аршаница Н.М., Ляшенко О.А., Гребцов М.Р., Стекольников А.А. Содержание металлов в мышечной ткани рыб некоторых водоемов Северо-Запада России 71

Ахметзянова Н.Ш. Исследование влияния сейсморазведочных работ на зообентос.....78

Ахметзянова Н.Ш., Удачин С.А., Борисович М.Г., Горшков М.А., Калайда А.Э. Комплексные исследования гидробиоценозов Саралинского участка Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника (РТ).....84

Ахтямова Р.К., Шакирова Ф.М. Гельминтофауна рыб Волжско-Камского плеса Куйбышевского водохранилища.....98

Баканева Ю.М., Бережнов Д.А., Смирнов Р.А. Промышленное рыболовство и аквакультура Астраханской области: современное состояние, перспективы развития.....106

Барегамян М.А., Макарова Е.Г., Козлова Н.В., Базелюк Н.Н. Исследование молекулярно-генетических показателей популяции стерляди *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758.....112

Бариева Ф.Ф. К изучению фитопланктона водотоков бассейна р. Волга 117

Белозерова Д.В., Байдова Т.В., Вишнякова Л.А., Репина О.И. Оценка микробиологических показателей промысловых рыб и среды их обитания в Чудско-Псковском озере 126

Богданова В.А., Филатова Т.А., Арефьева Ю.В. Особенности роста и морфогенеза сиговых рыб в постэмбриональный период в условиях аквакультуры 134

Бознак Э.И., Захаров А.Б., Терещенко В.Г. Динамика популяционных показателей европейского хариуса Тиманского водотока в условиях хозяйственного освоения.....142

Бойцов В.Д. Структура многолетних колебаний вылова рыбы в озере Ильмень и их сопряженность с абиотическими факторами 148

Болотова Н.Л. Факторы депрессии популяций ерша в водоемах Вологодской области.....156

Борисов Р.Р. Современные тенденции формирования фауны десятиногих ракообразных (Decapoda) пресноводных водоемов России 166

Булатова И.В. Изменение структуры рыбного населения в Коровинской губе (низовья р. Печора) за многолетний период 177

Бурмистров Е.В., Апсолихова О.Д. К современному состоянию популяции сига р. Индигирка.....183

Валиева Г.Д., Кузнецова Ю.В. Динамика изменений гидрохимических показателей воды Карамановского водохранилища в 2002-2015 гг. под воздействием антропогенного фактора 187

Васильева О.Б., Назарова М.А., Немова Н.Н. Оценка ростовых процессов у радужной форели *Parasalmo mykiss* Walbaum, 1792, выращенной на комбикормах разного состава.....198

Ветчанин В.И., Шакирова Ф.М. Современное состояние рыбного хозяйства Удмуртии..... 203

Визер А.М., Дорогин М.А. Питание и рост молоди судака Новосибирского водохранилища.....215

Воронин В.П. Пастбищная аквакультура в озерах Курганской области.....221

Гаврилов А.Л. Налим Западного Ямала.....228

Галанин И.Ф. К вопросу о современном состоянии судака *Sander lucioperca* Linnaeus, 1758 в Волжском плесе Куйбышевского водохранилища.....234

Герасимов Ю.В. Изменение популяционных показателей массовых видов рыб водоемов умеренной зоны под влиянием потепления климата.....239

Герасимов Ю.В., Крылов А.В., Айрапетян А.О., Акопян С.А., Косолапов Д.Б., Габриелян Б.К. Изменения экосистемы большого горного озера при колебаниях плотности рыбного населения и вселении нового вида планктонных ракообразных (на примере оз. Севан, Армения).....247

Голованов В.К., Смирнов А.К., Капшай Д.С., Некрутов Н.С. Температурные адаптации рыб Верхней и Средней Волги.....257

Голованова И.Л., Голованов В.К., Чуйко Г.М., Подгорная В.А., Аминов А.И. Влияние гербицида Раундап на температурные и физиолого-биохимические характеристики молоди ротана *Perccottus glenii* Dybowski, 1877.....268

Горохова О.Г. Оценка состояния некоторых притоков Куйбышевского водохранилища по фитопланктону.....276

Гречухина Л.Г., Любина О.С. Состав и структура фитопланктона Нижнекамского водохранилища в зимний период.....283

Громова Е.С., Махотин В.В. Значение особенностей морфологии аппарата питания семги *Salmo salar* Linnaeus, 1758 в ходе захвата добычи.....288

Даирова Д.С. Особенности многолетней динамики макрозообентоса и его оценка как объекта питания бентосоядных рыб в западной части Северного Каспия в летний период 2010-2015 гг.....296

Даирова Д.С., Кочнева Л.А. Таксономическое разнообразие и пространственное распределение количественных показателей макрозообентоса Среднего Каспия в июне 2010-2015 гг.....303

Дворянкин Г.А. Инвентаризация водных биоресурсов особо охраняемых природных территорий на примере Кенозерского национального парка.....311

Джаяни Е.А. Характеристика фитопланктона реки Урал (в пределах Оренбургской области) в условиях антропогенного воздействия.....319

Донецкая В.В. Многолетние наблюдения над бактериопланктоном Волгоградского водохранилища 327

Дорогин М.П., Визер А.М., Селезнева М.В. Особенности роста и полового созревания судака в Новосибирском водохранилище 332

Думнич Н.В., Лобуничева Е.В. Динамика зоопланктона озерной части Шекснинского водохранилища (Вологодская область) 338

Евсеева Н.В. Современные способы сохранения здоровья рыб в условиях холодноводной аквакультуры Карелии 350

Журавлев О.И., Петерфельд В.А. Опыт работы по искусственному воспроизводству сибирского хариуса на рыбоводных заводах Иркутской области 356

Заварина Л.О. Современное состояние и многолетние изменения биологических характеристик и промыслового запаса кеты *Oncorhynchus keta* Walbaum, 1792 бассейна р. Палана (северо-запад Камчатки) 361

Запорожец О.М., Запорожец Г.В. Современное состояние запасов кеты в реках Авачинской губы (юго-восточная Камчатка) 372

Запорожец О.М., Запорожец Г.В. Нерка р. Большой (западная Камчатка): биологические характеристики и состояние запасов 379

Зотова Е.А., Макаров С.Н., Сонина Е.Э., Пудовкина А.С., Собольская Н.В. Вопросы правового регулирования охраны рыбных запасов при осуществлении планируемой хозяйственной деятельности 386

Зубкова Т.С. Характеристика неполовозрелой части популяций морских сельдей в Северном Каспии 391

Иванчев В.П., Иванчева Е.Ю. Влияние антропогенных и зоогенных факторов на формирование структуры рыбного населения малых рек 397

Иванчева Е.Ю., Иванчев В.П. Определяющие виды рыбного населения малых и средних рек центра Русской равнины 407

Ильясова А.Р., Мельникова А.В. Состояние зообентосного сообщества верховья реки Кубня 417

Интересова Е.А. Состояние запасов обыкновенного судака *Sander lucioperca* Linnaeus, 1758 в бассейне Средней Оби 424

Истомина А.М., Беляева П.Г., Истомин С.Г., Крайнев Е.Ю., Кузнецова Е.М., Мелехин М.С. Современное состояние планктона, бентоса и ихтиофауны Воткинского водохранилища 430

Казаринов С.Н. Современное состояние плавного лова в верхнем районе Камского водохранилища и его влияние на запасы леща 442

Камилов Б.Г. Воздействие антропогенного фактора на биоразнообразие рыбных ресурсов бассейна реки Зарафшан Узбекистана 449

Карпова Е.П., Аблязов Э.Р. Трансформация ихтиоценов в реках юго-западного Крыма 458

Кириленко Е.В., Шемонаев Е.В. Сведения по питанию озерной и прудовой популяций ротана *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 (Odontobutidae, Pisces) 467

Киткин А.В. К биологии щуки *Esox lucius* Linnaeus, 1758 Куйбышевского водохранилища 474

Киткина Ж.В. Современное состояние экосистемы Заинского водохранилища 480

Ковалёв К.В., Пронина Н.Д., Докина О.Б., Миленко В.А., Ананьев В.И., Ефимова Н.А. Влияние 2-аминоэтансульфоновой кислоты (таурина) на жизнеспособность нативной спермы рыб во время длительного хранения при низких положительных температурах и возможность её использования в аквакультуре и для криоконсервации. 490

Козырева Е.В. Условия нагула и особенности питания годовиков воблы в западной части Северного Каспия в период 2011-2015 гг 500

Козьмин А.К. Современное состояние запасов сига *Coregonus lavaretus* Linnaeus, 1758 в реках европейского северо-востока России 506

Кокоза А.А., Ахмеджанова А.Б., Закари Мибуро. Мониторинг доместицированных и диких производителей русского осетра используемых для искусственного воспроизводства на рыбоводных заводах Нижнего Поволжья 511

Колозин В.А., Малинина Ю.А. Биоразнообразие зоопланктона Ириклинского водохранилища (р. Урал) 518

Коновалов А.Ф. Современное состояние ихтиофауны водоемов Вологодской области 528

Кочеткова А.И., Филиппов О.В., Брызгалина Е.С., Баранова М.С. Опыт применения метода математического моделирования водных объектов Волго-Ахтубинской поймы для оценки экологических условий обитания водных биологических ресурсов 535

Красильникова А.А., Тихомиров А.М. Оптимизация процесса криоконсервации сперматозоидов рыб 540

Кряхова Н.В., Ковачева Н.П. Использование пероксида водорода для активации выклева артемии *Artemia* sp.....545

Кузнецов В.А., Кузнецов В.В. Динамика численности личинок и сеголеток ерша *Gymnocephalus cernuus* Linnaeus, 1758 в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в 1967-2014 гг.....551

Кузнецов В.А., Кузнецов В.В. Сравнение показателей видового состава и численности личинок рыб в Волжском и Камском плесах Куйбышевского водохранилища 556

Курапова Т.М., Канаш В.Ю., Куликовский Е.А., Марынюк О.А. Биотехника выращивания сеголетков карпа в прудовых хозяйствах Беларуси.....561

Латыпова В.З., Степанова Н.Ю., Никитин О.В., Шакирова Ф.М., Удачин С.А., Тарасов О.Ю., Мухаметшина Е.Г. Региональные среднемноголетние значения показателей качества поверхностных вод Куйбышевского водохранилища 567

Легкодимова З.И., Сильникова Г.В., Масликов В.П. Оптимизация условий нагула маточного стада стерляди в прудах IV рыбоводной зоны с целью сокращения сроков созревания и повышения продуктивности.....579

Лобанова А.С. Состояние популяции амфиподы *Gmelinoides fasciatus S*tebbing, 1899 (Crustacea: Amphipoda) в Петрозаводской губе Онежского озера.....590

Львов Д.В., Гранин А.В., Шакиров И.Р., Тележникова Т.А. Эколого-биологическая характеристика белоглазки *Abramis sapa* Pallas, 1814 верховья Волжского плеса Куйбышевского водохранилища.....594

Любин П.А., Бердник С.В. Количественная характеристика зоопланктона Займищенского участка Волжского плеса Куйбышевского водохранилища по данным 2015 г. 600

Ляшенко О.А., Светашова Е.С., Екимова С.Б., Пономаренко А.М., Ляшенко Г.Ф., Колосовская Е.В. Эколого-токсикологические исследования Невской губы Финского залива..... 607

Макарова Е.Г., Козлова Н.В., Барегамян М.А., Базелюк Н.Н. Результаты молекулярно-генетических исследований белуги *Huso huso* Linnaeus,1758 Волжско-Каспийского бассейна за 2012-2015 гг..... 613

Малинина Ю.А., Джаяни Е.А., Филинова Е.И., Колозин В.А., Шашуловский В.А. Оценка темпов многолетних изменений качественных и количественных параметров экосистемы Саратовского водохранилища 618

Мамонтова Р.П., Головина Н.А., Данилова Е.А., Купинский С.Б. Состав естественной кормовой базы рыб двух рекреационных водоемов севера Подмосковья в летний период 626

Манаков Д.В. Обзор изученности пресноводных моллюсков водоёмов Виштынецкой возвышенности (Калининградская область, Россия).....635

Марусов Е.А. Реакции нильской тиляпии на экстракты кормовых объектов.....647

Марусов Е.А. Чувствительность рыб к запахам кормовых организмов 654

Масликов В.П., Легкодимова З.И., Сильникова Г.В. Сравнительный анализ сеголеток и двухлеток гибридного карпа первого (F_1) и второго (F_2) поколений при проведении селекционных мероприятий 661

Маслова Г.В., Одоева Г.А., Щедрина Н.А., Карцев В.В., Одегова Н.В., Миронова А.Я., Красикова С.Н., Сибирцев В.С., Баймаганбетова Г.С. Совершенствование методов лабораторного контроля как один из факторов обеспечения качества и безопасности продовольственного сырья водного происхождения и пищевой продукции из рыбы и нерыбных объектов промысла для здоровья потребителя.....667

Матросова С.В., Хуобонен М.Э., Бомбина М.С., Ильмаст Н.В. Особенности товарного выращивания радужной форели в условиях озера Святозеро (Республика Карелия) 674

Мельникова А.В. Таксономическое разнообразие зообентоса озера Изумрудное.....678

Метальникова К.В. С использованием гистологии патоморфологическое состояние гольцов, обитающих в районах проявления природных геохимических аномалий на примере из р. Светлая, Камчатка 686

Микодина Е.В., Новосадов А.Г. Морфометрические и физиологические показатели культивируемого сахалинского тайменя *Parahucho perryi* Brevoort, 1856.....697

Минеев А.Г., Лугаськов А.В., Данилов М.Ю. Ихтиофауна реки Лозьва и перспективы её рыбохозяйственного использования 705

Мирошниченко Д.А., Флёрова Е.А. Особенности обмена веществ представителей вида Clarias batrachus Linnaeus, 1758 Южного Вьетнама 715

Михайлова Е.С. Чувствительность рыб к вкусовым веществам (на примере девятииглой колюшки *Pungitius pungitius* Linnaeus, 1758) 722

Молчанова К.А., Курапова Т.М. Оценка экономической эффективности различных технологий выращивания форели и других объектов индустриального рыбоводства ... 728

Морева О.А., Клевакин А.А., Логинов В.В., Предвижкин М.А., Постнов Д.И. Рыбное население рек бассейна Пижмы севера Нижегородской области и Республики Марий Эл 732

Назарова М.А., Васильева О.Б., Немова Н.Н. Сезонная динамика жирнокислотного состава фосфолипидов тканей аквакультуры радужной форели *Parasalmo mykiss* Walbaum, 1792 744

Немцев И.В., Хрусталев Е.И. Биотехника выращивания молоди угря в УЗВ на 1 этапе производственного процесса 748

Несветова Г.И. Гидрохимичекие условия формирования биопродуктивности водных экосистем 753

Несветова Г.И., Бойцов В.Д., Зуев Ю.А. Восточная часть Финского залива: океанографические черты 760

Никитин Э.В. Структурно-функциональная характеристика популяции каспийской миноги - *Caspiomyzon wagneri* Kessler, 1870 767

Николаев А.М., Алексеев М.Ю. Проблемы адаптации искусственно выращенной молоди семги к речным условиям при раннем выпуске 774

Никулина Л.В., Лардыгина Е.Г. Многолетняя динамика развития зоопланктона в Среднем Каспии в летний период 2010-2015 гг. 781

Новоселов А.П., Устюжинский Г.М., Козаков Р.В., Навагина В.А. О пространственных и возрастных изменениях питания арктического омуля в реках северо-восточной части п-ва Ямал 786

Огородов С.П. Особенности ихтиофауны малой реки (р. Очер Пермского края) в каскаде прудов 796

Онищенко Н.А., Онищенко И.Н., Шустов Ю.А., Лесонен М.А. Рост и питание обыкновенного окуня в зоне садков форелевого хозяйства (Республика Карелия)..... 805

Парицкий Ю.А., Асейнова А.А., Разинков В.П., Помогаева Т.В., Камакин А.М. Современное состояние каспийских килек..... 810

Пащенко Н.И. Орган обоняния белого амура *Ctenopharyngodon idela* Vallenciennes, 1844, белого толстолоба *Hypophthalmichthys molitrix* Vallenciennes, 1844, и карпа *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 (Cyprinidae).....817

Пащенко Н.И. Развитие органа обоняния в онтогенезе белого амура *Ctenopharyngodon idela* Vallenciennes, 1844, белого толстолоба *Hypophthalmichthys molitrix* Vallenciennes, 1844, и карпа *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 (Cyprinidae).....824

Паюта А.А. Некоторые показатели обмена веществ мышечной ткани леща Рыбинского водохранилища.....835

Пекарскайте В.В., Хрусталев Е.И. Биотехнические особенности выращивания угря в УЗВ.....841

Петренко Н.Г. Паразитофауна значимых для промысла видов рыб реки Вятки.....848

Петрушкиева Д.С., Бугаков А.А., Панфилий А.М. Влияние антропогенных факторов на состояние ихтиофауны внутренних водоемов республики Калмыкия.....851

Поздеев И.В., Котельникова В.С. Зообентос реки Лысьва (бассейн реки Чусовая) Пермского края.....860

Поляков А.В. Выращивание бестера в условиях открытых водоемов Астраханской области.....867

Помогаева Т.В., Балченков И.Б., Асейнов Д.Д. Особенности пространственного распределения каспийских килек в западной части Каспийского моря по результатам гидроакустических исследований.....872

Пономарева Ю.А., Белолипецкий П.В. Особенности формирования фитопланктонного сообщества в нижнем бьефе Красноярской ГЭС, р. Енисей.....877

Попова О.А., Решетников Ю.С. Ёрш – вредная или полезная рыба.....885

Прищепа Р.Е. Фенетическая вариабельность популяционной структуры бычка-песочника *Neogobius fluviatilis* Pallas, 1814 Азовского моря.....896

Проккоева Ж.А. Особенности влияния марганца на патоморфологическое состояние пресноводных рыб уральского региона 903

Пятикопова О.В., Войнова Т.В., Распопов В.М. Оценка состояния промыслового стада сельди-черноспинки *Alosa kessleri kessleri* Grimm, 1887 и эффективности её воспроизводства в р. Волге в современный период (2010-2014 гг.)..... 909

Расторгуева С.В. Питание молоди леща *Abramis brama* Linnaeus, 1758, в западной части Северного Каспия в 2015 г. 915

Романова Н.Н., Головина Н.А., Головин П.П., Малыгина М.М., Кошкарова В.В. Гельминты карповых рыб как сочлены биоценозов водохранилищ Центральной зоны РФ.....920

Ромашкова Ю.А. Экологическое состояние малых водоёмов г. Тольятти.....929

Сайфуллин Р.Р. Биоразнообразие ихтиофауны озер системы Кабан г. Казани 934

Северов Ю.А., Шакирова Ф.М. Состояние естественного воспроизводства основных промысловых видов рыб в Мёшинском заливе Куйбышевского водохранилища в 2010-2015 гг. 941

Седова Н.А., Григорьев С.С. Биологические основы культивирования прибрежного бокоплава *Locustogammarus locustoides* Brandt, 1851 в непроточной солоноватой воде 951

Семивражнова Т.В., Сайфуллин Р.Р. Эколого-морфологические особенности сельди беломорской (*Clupea pallasi maris allbi* Berg) Кандалакшского залива.....960

Семячкова А.Д., Виноградская М.И., Михайлова Е.С., Касумян А.О. Вкусовые предпочтения и пищевое поведение у нильской тиляпии *Oreochromis niloticus* Nichols, 1923 966

Сергеева Т.И., Барсова А.В. Рыбохозяйственное значение ряпушки *Coregonus albula* Linnaeus, 1758 Онежского озера в современных условиях.....974

Сонина Е.Э., Зотова Е.А., Макаров С.Н., Пудовкина А.С., Собольская Н.В. Методические подходы к определению величины положительного влияния в составе оценки воздействия планируемой хозяйственной деятельности на водные биоресурсы и среду их обитания в водных объектах Поволжья и Южного Урала 981

Статкевич С.В. Выращивание молоди гигантской креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) на геотермальных водах крымского полуострова 988

Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В. Многолетние исследования ряпушки *Coregonus albula* в изменяющихся условиях Сямозера 996

Таиров Р.Г., Шакирова Ф.М. , Северов Ю.А., Калайда А.Э., Горшков А.М. Современное состояние стерляди Куйбышевского водохранилища, возможности и задачи для восстановления и поддержания её запасов 1005

Тележникова Т.А., Сайфуллин Р.Р. Биоэкологические показатели речного окуня *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 различных участков Куйбышевского водохранилища..... 1013

Тиллер И.В. Динамика популяции проходной мальмы *Salvelinus malma* Walbaum, 1792 реки Кихчик (Камчатка) 1020

Тихонова Э.Ю. Питание осетра разных размерных групп в западной части Северного Каспия летом 2015 г. 1029

Ткаченко А.В., Шкателов А.П. Современное состояние популяции кумжи *Salmo trutta* Linnaeus, 1758 реки Поной Мурманской области 1034

Тыркин И.А. Плотность расселения молоди лосося и кумжи в некоторых притоках Онежского озера 1039

Файзулина Д.Р., Аксенов В.П., Базелюк Н.Н. Современное исследование физиолого-биохимического состояния леща *Abramis brama* Linnaeus, 1758 Волжско-Каспийского бассейна 1048

Федоровых Ю.В., Нгуен Тхи Хонг Ван, Баканева Ю.М., Дорджиев Б.В. Сравнительный анализ гематологических показателей речного окуня выращиваемого в искусственных и в естественных условиях 1052

Филоненко И.В., Комарова А.С., Ивичева К.Н. Байкальская амфипода *Gmelinoides fasciatus* Stebbing, 1899 в Кубенском озере Вологодской области 1057

Флёрова Е.А., Сендек Д.С. Особенности ультраструктуры мезонефроса покатной молоди балтийского лосося *Salmo salar* Linnaeus, 1758 и кумжи *Salmo trutta* Linnaeus, 1758 реки Луги Ленинградской области 1064

Фулга Н.И., Тодераш И.К., Булат Дм. К., Булат Ден. К. Морфофункциональная характеристика гонад у самок некоторых инвазивных видов рыб в Кучурганском водохранилище-охладителе Молдавской ГРЭС 1072

Ходоревская Р.П., Канатьев С.В., Калмыков В.А., Ткач Н.В., Лепилина И.Н. Современное состояние запасов и видовое разнообразие водных биологических ресурсов Волжско-Каспийского бассейна 1081

Хоммадов А.Д. Перспективы воспроизводства аквакультуры в Туркменистане 1093

Цветкова Л.И., Ковалёв К.В., Пронина Н.Д. , Миленко В.А., Докина О.Б., Ананьев В.И., Балашов Д.А., Виноградов Е.В., Рекубратский А.В. Перспективы использования низкотемпературного генетического банка для сохранения генетического материала объектов аквакультуры, редких и исчезающих видов рыб..... 1099

Чавычалова Н.И., Тарадина Д.Г. Качественный состав молоди полупроходных и речных рыб на нерестилищах восточной части дельты р. Волги по окончании половодья в 2010-2015 гг. 1109

Чуйко Г.М. Биомаркеры в системе оценки функционального состояния гидробионтов и экологическом мониторинге водных экосистем 1118

Шакирова Ф.М. Морфобиологические показатели корейской востробрюшки *Hemiculter leucisculus* Basilewsky, 1855 в бассейне Мургаба (Туркменистан) 1128

Шакирова Ф.М., Терещенко В.Г. Многолетняя динамика видовой структуры рыбного населения Хаузханского водохранилища 1135

Щапова Е.П., Гурков А.Н., Бедулина Д.С., Белоусова И.В., Борвинская Е.В., Бадуев Б.К., Меглинский И.В., Тимофеев М.А. Применение инкапсулированных флуоресцентных сенсоров для прижизненного мониторинга pH гемолимфы байкальских эндемичных амфипод 1150

Юхименко Л.Н., Дружинина А.А., Паршуков А.Н. Экологическая оценка качества природных вод Липецкой и Тамбовской областей 1155

Ядренкина Е.Н. Механизмы реализации жизненного цикла рыб в заморных озерах Западной Сибири 1161

К 85-ЛЕТИЮ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТАТАРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ ФГБНУ «ГОСНИОРХ»

В апреле 2016 года исполнилось 85 лет Татарскому отделению ФГБНУ «ГосНИОРХ», созданного 1 апреля 1931 г. в качестве рыбохозяйственной станции при Татохотрыбаксоюзе, а 1 сентября того же года вошедшего в систему ЦНИОРХ. В дальнейшем, в связи с разукрупнением ЦНИОРХ и реорганизацией СевНИОРХ, по приказу Наркомснаба СССР от 3 августа 1932 г. и Главрыбы от 17 августа того же года, станция переходит в ведение Всесоюзного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства (ВНИОРХ).

Огромную роль в создании, укреплении и выборе направления исследований Татарского отделения сыграл его первый руководитель, доктор биологических наук, профессор Александр Владимирович Лукин, назначенный в 1931 г. заместителем директора по научной работе рыбохозяйственной станции, а с 1933 г. и вплоть до 1962 г. – бессменный директор отделения. Неиссякаемая энергия, организаторский талант, прозорливый ум ученого и руководителя, настойчивость в отстаивании своих замыслов перед властями способствовали укреплению и динамичному развитию небольшому коллективу отделения. В 1962 г. отделение возглавил к.б.н. Ю.М. Махотин, способствовавший её дальнейшему развитию и снискавший непререкаемый авторитет в научной среде и общественных кругах. В 1980 г. руководство принял и сохранил добрые традиции к.б.н. Р.А. Ризванов, а с 1995 г. по настоящее время отделением руководит Р.Г. Таиров, вобравший в себя научное наследие и лучшие традиции своих предшественников.

С 1932 года, с созданием рыбохозяйственной станции, начинается особый период в развитии, как самой станции, так и рыбохозяйственной и гидробиологической науки Среднего Поволжья. С переходом её в систему ВНИОРХ значительно крепнет материальное положение станции, увеличивается число сотрудников и появляется возможность привлечения по хоздоговорам преподавателей ВУЗов (Казанский университет, Педагогический и Ветеринарный институты). В первые годы деятельности отделения были начаты исследования, направленные на решение первоочередных задач - изучение ихтиофауны и кормовой базы рыб водоёмов и на этой основе определить состояние и перспективы развития рыбного хозяйства в Среднем Поволжье. Результаты их труда не замедлили сказаться и уже в 1937 году были положены в основу промысловой карты региона, а в 1944 г. в самые тяжелые для страны военные годы – в правительственный документ «О рыбных ресурсах края и их значении в решении продовольственного вопроса военного времени». Тем самым было положено начало исследованиям обширной акватории Средней Волги с ее притоками и пойменными водоемами в Татарстане и сопредельных республиках.

Большой вклад в развитие рыбохозяйственной науки Среднего Поволжья внесли всемирно известные ученые центрального института ГосНИОРХ, доктора

наук И.В. Баранов, П.А. Дрягин, М.И. Тихий, П.В. Тюрин, П.Л. Пирожников, Т.И. Привольнев, Ц.И. Иоффе, Л.А. Кудерский, Р.В. Казаков и многие другие. Под их руководством сформировались и выросли как ученые, внесшие огромный вклад в рыбохозяйственную науку и практику, специалисты высокой квалификации, работавшие в разное время в Татарском отделении: это кандидаты биологических наук Г.В. Аристовская, И.В. Егерева, Э.П. Цыплаков, Ю.М. Махотин, К.С. Гончаренко, А.А. Щукина, Г.Ф. Сильченко, Р.З. Капкаева, В.П. Миловидов, ведущие научные сотрудники К.И. Васянин, И.П. Кораблев, Г.П. Щукин, старшие научные сотрудники Р.И. Гончаренко, Л.М. Хузеева, М.К. Махотина, Г.Ф. Миловидова, Л.М. Браславская, Н.А. Бартош, М.Х. Абдуллин, М.Х. Булатов, Э.Р. Чернышева, Г.П. Каратаевская, Е.В. Саркисова, Н.П. Коптева, Л.С. Калманович, Н.Н. Миргородченко и др.

В первые годы деятельности Татарского отделения, удалось выполнить ряд основополагающих работ по гидробиологии и ихтиологии, не потерявших своего значения и сегодня. Прежде всего, это работа Г.В. Аристовской (1939) «Материалы по кормовой базе р. Волги», в которой Галина Владимировна подробно описала видовой состав кормовых организмов пойменных водоемов, питание рыб, их пищевые взаимоотношения и сделала важный вывод о больших резервах недоиспользуемого корма и А.В. Лукина (1946) «Основные черты экологии осетровых» в которой он исследовал не только биологию видов этого семейства, но впервые дал подробную биологическую характеристику практически всем видам рыб, населяющих бассейн Средней Волги. В тот же период Татарскому отделению ГосНИОРХ удалось выполнить ряд других важных работ, к числу которых следует отнести исследования, связанные с загрязнением и влиянием заморов на фауну р. Волги, ролью температурного фактора в процессе приспособления организма рыб к условиям внешней среды; изучением биологии и распространения длиннопалого рака в республике; определением запасов промысловых моллюсков на реках Волге, Каме и их притоках. Эти работы нашли свое отражение в современных фундаментальных сводках по динамике численности рыб (12 выпуск трудов Татарского отделения, 1972; Махотин, 1977; Цыплаков, Васянин, 1978; Анохина и др., 2013; Гончаренко и др., 2013; Щукин, 2013 и др.) и кормовых беспозвоночных (Егерева, 1975; Миловидов, 1975, 1976; Махотина, 1980; Миловидов и др., 2013 и др.).

В 1939 году в связи с решением правительства о строительстве Куйбышевской гидроэлектростанции были организованы исследования с целью разработки проекта рыбохозяйственного освоения водохранилища, которое возникнет в результате гидростроительства. Гидробиологический раздел этой работы взял на себя Зоологический институт АН СССР (ЗИН), в котором для проведения работ под руководством проф. В.И. Жадина была создана научно-исследовательская группа, включавшая крупнейших специалистов страны, таких как Е.С. Неизвестнова-Жадина, В.Я. Панкратова, В.М. Рылов, Г.Х. Шапошникова и др. Стационарные наблюдения за бентосом Волги проводились сотрудниками отделения Г.В. Аристовской и др. Ихтиологические исследования велись

сотрудниками Центрального института ВНИОРХ и Татарского отделения - проф. М.И. Тихим, П.В. Тюриным, к.б.н. А.В. Лукиным, к.э.н. А.А. Добронравовой и др. Обзор и анализ состояния ихтиофауны зоны затопления и разработка рыбоводно-мелиоративных мероприятий были поручены коллективу Татарского отделения. В результате обсуждения проведенных работ двух научно-исследовательских коллективов (ЗИНа АН СССР и ВНИОРХа) был выработан окончательный вариант прогноза возможной продуктивности водохранилища и перспективы рыбоводно-мелиоративных мероприятий. С поставленной задачей специалисты справилось успешно. Исследователями были даны соответствующие рекомендации, направленные на увеличение рыбных запасов в будущем водохранилище, положенные в основу плана рыбохозяйственного освоения водоема. Это, прежде всего, введение запрета на лов ценных видов рыб за два года до создания водохранилища для того, чтобы в благоприятных условиях они образовали мощное стадо производителей; завоз извне производителей сазана и судака; подготовка рыбоводно-биологических обоснований на проектирование и строительство трех нерестово-выростных хозяйств. В основу прогноза было положено предложение по нормальному подпорному уровню в водохранилище - 53,0 м БС, в результате которого в течение всего вегетационного периода горизонт воды окажется стабильным. В этих условиях при проведении ряда рыбоводных работ возможная рыбопродуктивность определялась в 180 тыс. ц в год. В этот период количество проблем оказалось столь велико, а времени так мало, что центральный институт направил в помощь отделению сотрудников М.И. Тихого, М.В. Логашова и П.В. Тюрина.

Однако прогнозируемые условия не были выполнены, так как уровень воды в водохранилище сильно снижался даже в период размножения рыб, прибрежные заросли водной растительности не получали развития, мелководные зоны, занимающие до 40% всей площади водохранилища, под влиянием волн, смывающих иловые отложения, оказались малопродуктивными. К такому заключению пришли как специалисты Куйбышевской станции Института биологии внутренних вод (С.М. Ляхов), так и сотрудники Татарского отделения ВНИОРХ (Лукин, 1991). После 1939 г. до пуска в эксплуатацию Куйбышевской ГЭС работы отделения по изучению вопросов, связанных с рыбным хозяйством республики, не прекращались и продолжались даже во время Великой Отечественной войны (1941-1945 гг.).

После ввода в эксплуатацию Куйбышевской ГЭС в 1956 г. исследования отделения полностью переключаются на изучение биологии рыб и других гидробионтов в новых условиях существования. Изучается влияние гидрометеорологических факторов на кормовую базу и воспроизводство рыбных запасов, выявляются особенности питания, роста и поведения рыб в новых условиях обитания. В этот период был установлен возраст полового созревания почти у всех видов рыб Средней Волги и констатировать два типа полового созревания и воспроизводства: I тип - когда половая зрелость наступает рано, что характерно

для рыб с коротким жизненным циклом. Запасы их подвержены резким колебаниям, в зависимости от внешних условий, но численность быстро восстанавливается и II тип – когда половая зрелость у рыб наступает поздно. Это характерно для длинноцикловых рыб с большой продолжительностью жизни. Они неоднократно принимают участие в размножении, запасы их устойчивы, но восстановление численности требует длительного времени.

Таким образом, с началом существования Куйбышевского водохранилища Отделение организовало на нем систематические наблюдения во все сезоны года, охватив все регионы, включающие воды Татарстана, Марий Эл, Чувашии, Ульяновской и Самарской областей. В летне-осенний период исследование водохранилища проводятся на научно-исследовательском судне СЧС «Академик Берг».

Проводимые с первых лет функционирования водохранилища наблюдения показали, что гидрохимический режим его благоприятен для существования фауны. Кроме того эти исследования позволили выявить закономерности формирования кормовой базы и ихтиофауны, которые оказались общими для всех вновь создаваемых искусственных водоемов равнинного типа. Однако исследовательская работа, посвященная процессам формирования ихтиофауны Куйбышевского водохранилища, привнесла ряд методических новшеств, касающихся определения возраста рыб по шлифам лучей плавников, методики определения ежегодного изменения популяционной плодовитости, основанной на анализе размерного (возрастного) состава нерестового стада, индивидуальной плодовитости и количества производителей в водоеме. Эффективность нереста стала устанавливаться по численности молоди, приходящейся на единицу площади водоема (Ю.М. Махотин). Э.П. Цыплаковым подверглась некоторым изменениям методика прогнозирования уловов, предложенная в 1952 г. Г.Н. Монастырским и Т.Ф. Дементьевой.

К числу значительных достижений этого периода относится создание рыбопромыслового атласа, подготовленного под руководством ведущего ихтиолога отделения к.б.н. Э.П. Цыплакова и разработанная для рыбного хозяйства динамика оптимального уровенного режима Куйбышевского водохранилища, согласованного с гидроэнергетиками. Эти работы подвели итог деятельности отделения по изучению этапа формирования Куйбышевского водохранилища.

Сотрудникам Отделения также принадлежит ведущая роль в корректировке Правил рыболовства (1968, 2000 гг.), Правил любительского рыболовства (1983 г.) в новых условиях функционирования водохранилища, позволивших упорядочить промысел и направить его на формирование желаемой ихтиофауны в водоемах. Немаловажная роль в создании инструкции и методики по оценке ущерба, наносимого рыбному хозяйству Поволжья деятельностью водопользователей, принадлежит также Отделению.

С созданием в 1979 году Нижнекамского водохранилища началось изучение ихтиофауны и определение запасов основных промысловых видов рыб водоёма,

а с 1981 года исследование водоёма-охладителя Заинской ГРЭС для использования его в целях рыбоводства.

В настоящее время Отделение проводит исследования на водоемах Среднего Поволжья на новом научно-методическом и техническом уровнях по всем основным направлениям рыболовства и рыбоводства. Основными направлениями работ сегодня являются:

- изучение сырьевых ресурсов Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ, определение условий обитания рыб и прогнозирование уловов;
- проведение государственного мониторинга водных биоресурсов внутренних водоемов, разработка научных методов и принципов их оптимального использования;
- исследование влияния гидросооружений (ГЭС, ГРЭС) на состояние гидробионтов водоемов республики;
- мониторинг водных экосистем, находящихся под влиянием антропогенного фактора (нефтедобыча, разработка ПГС, строительство мостов и др.) и оценка воздействия их на запасы рыб и других ценных видов гидробионтов;
- определение перспективных направлений вложения компенсационных средств для возмещения ущерба, наносимого антропогенным фактором;
- комплексное изучение антропогенного воздействия на водные экосистемы и выявление изменений, происходящих в них;
- определение эффективности рыбозащитных устройств;
- разработка рыбоводно-биологических обоснований по зарыблению водоемов различного назначения ценными в промысловом отношении видами рыб (стерлядь, сазан, толстолобик и др.);
- воздействие на водные экосистемы недостаточно очищенных сточных вод и анализ изменений, происходящих в них;
- комплексные исследования по рациональной эксплуатации садковых хозяйств на теплых водах ГРЭС, в частности, Заинского, Кармановского и др.;
- расширение масштабов тепловодного рыбоводства на базе ГРЭС, ТЭЦ и других энергетических установок;
- широкомасштабное использование мелководных отчленений Куйбышевского водохранилища, пригодных для постоянного или временного воспроизводства рыбных запасов и выращивания товарной рыбы;
- совершенствование технологии выращивания посадочного материала;
- исследование паразитофауны промысловых рыб водоёмов Среднего Поволжья;
- исследование видового состава, биологии и экологии вселенцев в водоемах республики, изучение их роли в новых условиях обитания.
- реклама и реализация созданной научной продукции, консультационно-методическая помощь организациям и частным лицам, занимающихся товарным рыбоводством, добычей рыбы и ее переработкой;
- подготовка научных кадров для рыбной отрасли.

Сегодня в Отделении имеются лаборатория сырьевых ресурсов и прогнозирования, лаборатория водных биологических ресурсов и мониторинга и сектор искусственного воспроизводства рыбных запасов, в которых работают 22 научных сотрудника, из них 8 кандидатов наук, способных выполнять исследования по всем направлениям рыболовства и рыбоводства. Кроме того ведущие сотрудники отделения читают лекции, ведут практические занятия и являются членами ГЭК и ГАК в К(П)ФУ и КГЭУ. В свою очередь, студенты университетов проходят производственные практики под руководством сотрудников отделения, собирают научный материал и пишут выпускные квалификационные работы, а после окончания ВУЗов приходят на работу. Ежегодно в отделение прибывают молодые кадры, желающие учиться, работать и повышать свой профессиональный уровень по избранной специальности. Подготовка молодых специалистов высокой квалификации ведется через соискательство и аспирантуру головного института ГосНИОРХ, Казанского (Приволжского) федерального университета и Института биологии внутренних вод РАН (ИБВВ), пользующихся заслуженным авторитетом не только в России, но и за рубежом

Специалисты Татарского отделения в настоящее время продолжают изучать условия обитания и воспроизводства стерляди, одного из ценнейших представителей Куйбышевского водохранилища, с целью восстановления ее численности и промыслового значения. Стерлядь была многочисленна и являлась одним из основных промысловых видов, как в самой Волге, так и в крупных ее притоках в прошлом, в условиях незарегулированной реки. После создания каскада волжских водохранилищ, в том числе и Куйбышевского, значительно изменились условия существования многих видов рыб, в том числе и стерляди, так как выпала часть естественных нерестилищ и иной стала кормовая база. В начале существования водохранилища стерлядь увеличила темп роста, благодаря массовому развитию кормовых организмов, в первую очередь личинок хирономид. Кроме того, эти годы оказались для нее и высокоурожайными, в результате чего до середины 1980-х годов наблюдалась определенная стабилизация состояния ее запасов, рост и воспроизводство, особенно в верхней части водохранилища. В последние десятилетия в связи с сокращением численности популяции этого вида, недостаточной её обеспеченностью нерестилищами, браконьерским выловом, а также загрязнением водных объектов, промысловые запасы и уловы её сократились как в Куйбышевском, так и в Нижнекамском водохранилищах до минимума. Причем ниже Ундоровского плеса в Куйбышевском водохранилище размножение стерляди уже не отмечается и, несмотря на сохранение высокого темпа роста, пополнение запасов и половое созревание ее замедлились в силу относительной малочисленности (Васянин, 1972; Цыплаков, Васянин, 1978; Капкаева, 1984; Гончаренко и др., 2011 и др.).

Сегодня стерлядь практически полностью выпала из состава ихтиофауны Верхней Волги, включая Горьковское водохранилище. Небольшие запасы ее сохранились в Чебоксарском, Саратовском и Волгоградском водохранилищах,

а наиболее значительные отмечаются лишь в Куйбышевском. В современных условиях основу популяции волжской стерляди (ее ядро) составляют рыбы Куйбышевского водохранилища, а по величине своих запасов водохранилище является базовым для всей Волги, и в принципе, определяет состояние популяции волжской стерляди в целом. Однако общая тенденция сокращения запасов стерляди в Куйбышевском водохранилище продолжается как в верхней части водохранилища, на сохранившихся частично нерестилищах, так и в средней (Волжско-Камский и Тетюшский плесы), где расположены основные места нагула. Поэтому, сегодня особое значение для увеличения численности стерляди приобретает искусственное воспроизводство и выпуск молоди в местах её традиционного обитания. Для успешного решения поставленных задач необходимо определить оптимальную навеску, места и сроки выпуска подращенной молоди и оценить величину промыслового возврата от выпуска. Однако следует учесть, что важную роль в восстановлении запасов стерляди играет естественное её воспроизводство. В настоящее время Отделением проведены исследования нерестилищ стерляди Куйбышевского водохранилища, составлен их перечень, определены координаты и Приказом Министерства сельского хозяйства РФ от 18 ноября 2014 г № 453 «Об утверждении правил рыболовства Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна» включены в Приложение №6 к Правилам рыболовства для Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна.

Таким образом, учитывая столь быстрое падение запасов стерляди, сохранение и увеличение ее численности до промысловых объемов имеет важное значение для рационального рыбохозяйственного использования этого ценного промыслового объекта бассейна Волги.

Одновременно сотрудниками отделения разработан рациональный подход к составу объектов, используемых в целях искусственного воспроизводства (стерлядь, щука, сазан, белый амур и белый толстолобик). Эти мероприятия позволят сформировать в водохранилищах ценные промысловые стада рыб, дадут возможность полнее и эффективнее использовать биологические ресурсы, получить дополнительную рыбную продукцию и улучшить экологическое состояние водоёмов.

Сегодня, в результате сложившейся политической обстановки в мире и экономической ситуации в промышленности, в результате сокращения ввоза в Россию импорта продуктов питания, в том числе и рыбы, особо актуальной становится стабильное и устойчивое обеспечение населения страны разнообразной рыбной продукцией. Отсюда, поиск рациональных путей решения проблемы входит в нашу задачу.

Отмечено, что сырьевые запасы Куйбышевского водохранилища сегодня используются недостаточно эффективно, и, в первую очередь, недоиспользуется мелкий частик.

В свою очередь, увеличение численности и запасов мелкого частика, активное потребление им кормовых ресурсов водохранилища сказываются и на

биологических показателях видов крупного частика, в частности леща, имеющего самую большую численность в группе крупночастиковых видов в Куйбышевском водохранилище и являющегося ведущим промысловым объектом водоёма. Изучение и анализ состояния запасов как ценных охраняемых, так и неохраняемых видов рыб показали, что в водохранилище существуют значительные резервы для увеличения их уловов, в особенности мелкого частика (Негоновская, Цыплаков, 1984; Негоновская, Коваль, 1988; Таиров и др., 2013). При рациональной организации промысла можно добывать дополнительно до 2,5 тыс. т высококачественного мелкого частика без ущерба его промысловым запасам, а оптимально осваивая его в Куйбышевском водохранилище, уловы рыбы в водоеме можно довести до 10 тыс. т и более.

С 2013 года отделением ведется изучение влияния любительского рыболовства на запасы ВБР Куйбышевского водохранилища. Учеты рыболовов-любителей, анализ качественного и количественного состава их уловов позволяют достоверно оценить рыболовную нагрузку на водоём и учесть её при определении общего допустимого улова.

Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ» в своей истории за 85 лет прошло большой и славный путь. Его сотрудники честно, добросовестно и ответственно выполняли и выполняют свою работу. Отделение живет и активно работает, мечтая претворить в практику свои апробированные наработки.

Таиров Р.Г., Шакирова Ф.М.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗООПЛАНКТОНА ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ В 2014-2015 гг.

М.Н. Азаренко
Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (КаспНИРХ), Астрахань, kaspiy-info@mail.ru

Зоопланктон – вторичное звено в трофической цепи водных экосистем – играет большую роль в их структуре и функционировании (Крылов, 2005). В Каспийском море зоопланктон служит основным кормом морских пелагических рыб, а также составляет значительную часть рациона молоди осетровых на первых этапах развития. Сообществу планктона северокаспийской части моря свойственны качественные и количественные флуктуации в зависимости от различных абиотических факторов, что в свою очередь, отражается на условиях нагула многих видов рыб (Камакин и др., 2012). Поэтому в настоящее время особенно актуальным является оценка состояния развития зоопланктонного сообщества, как одного из основных компонентов кормовой базы Каспия.

Материалом для настоящей работы послужили пробы зоопланктона, собранные на акватории западной части Северного Каспия в летний период 2014-2015 гг. Сбор и обработка материала проводилась по общепринятой методике (Инструкция по сбору…, 1977). Орудием лова являлась сеть Апштейна, Д=25 см, газ-капрон № 58. На каждой станции проводился лов зоопланктона от дна до поверхности. Материал фиксировался 40% формалином, добавляя его с таким расчетом, чтобы в пробе получился 4% раствор. Всего в период наблюдений было собрано и обработано около 200 проб.

Развитие зоопланктона западной части Северного Каспия в 2014-2015 гг. проходило в условиях низкой водности р. Волги в период половодья, что отразилось на зооценозе исследуемой акватории. За время наблюдений разнообразие зоопланктона было непостоянным. В 2014 году в качественном составе планктона регистрировалось 80 таксономических единиц беспозвоночных, в 2015 – 88 видов, разновидностей и форм гидробионтов. Сообщество планктона состояло из видов, относящихся к следующим группам: Protozoa, Cnidaria, Rotatoria, Cladocera, Copepoda, Ostracoda, Bryozoa. Кроме этого, в зоопланктоне присутствовали временные обитатели пелагиали: личинки бентических животных Bivalvia и Cirripedia gen. sp. К числу прочих организмов относились хирономиды, личинки рыб, яйца коловраток, икра рыб, нематоды. Основу фауны исследуемой акватории составляли коловратки и ветвистоусые рачки, второстепенное значение в формировании видового списка имели веслоногие ракообразные и простейшие (рис. 1).

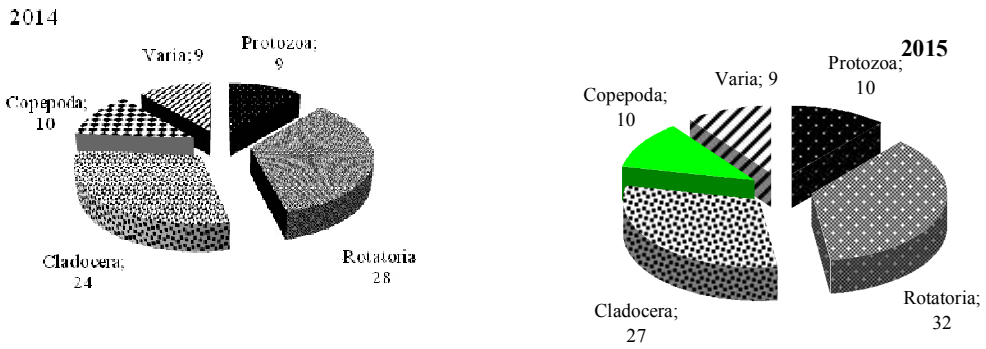


Рисунок 1- **Таксономический состав (экз.) зоопланктона западной части Северного Каспия в летний период 2014-2015 гг.**

В группе коловраток наиболее разнообразно был представлен род Brachionus, доминировал вид *B. diversicornis*, субдоминантом являлся *B. quadridentatus*, имеющий различные морфологические формы. Известно, что увеличение количества мелких коловраток влечет за собой массовое размножение хищных коловраток (Косова, 1965). В период наблюдений кроме брахионид интенсивно развивались хищные виды рода Asplanchna, главным образом *A. priodonta*. Среди ветвистоусых рачков массовой формой являлась *Bosmina longirostris*. Наряду с босминой в значительных количествах встречались: *Chydorus sphaericus*, *Cornigerius maeoticus ssp.hircus*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Podonevadne trigona*, *Podonevadne camptonyx*. К числу доминирующих форм среди веслоногих рачков принадлежали *Acartia tonsa*, *Calanipeda aquaedulcis, Heterocope caspia*, второстепенное значение имели рачки п/отр. Cyclopoida, организмы отр. Harpacticoida. Следует отметить, что ежегодно единичными экземплярами в отряде веслоногих рачков регистрировались свободноплавающие паразитические организмы рода Paraergasilus и Caligus. Из простейших численно выделялась инфузория *Vorticella* sp., у личинок донных животных – Bivalvia.

Показатели численности и биомассы зоопланктона, а также уровень развития отдельных видов зооценоза, за двухлетний период наблюдений варьировали в широком диапазоне величин. Низкие количественные значения численности и биомассы зоопланктона приходились на 2015 год, когда сообщество зоопланктона формировалось в условиях экстремально низкого половодья (65,4 куб. км) и высокого прогрева воды (температура воды в поверхностном слое достигала 33,4 ºС, в придонном – 30,2 °С). По годам биомасса беспозвоночных изменялась от 1,0 г/м^3

(2014 г.) до 0,4 г/м^3 (2015 г.), численность – от 108 до 48 тыс. экз./м^3. Как указывают многие авторы, колебания биомассы зоопланктона Северного Каспия в значительной степени зависят от развития ветвистоусых рачков, главным образом – босмины (Курашова, 1991; Тарасова, 2007; Яблонская, 2007). В настоящее время *Bosmina longirostris* сохраняет лидирующие позиции при формировании общих количественных величин зоопланктона, но показатели развития рачка по годам значительно изменяются. Так, в 2014 году биомасса *B. longirostris* составляла 909 мг/м^3, при общей биомассе зоопланктона - 933 мг/м^3; в 2015 году значения уменьшились до 216 мг/м^3, биомасса босмины при этом не превышала 148 мг/м^3 (табл. 1).

Таблица 1 – **Численность и биомасса зоопланктона западной части Северного Каспия в 2014-2015 гг.**

Группы и массовые виды зоопланктона	Численность (тыс. экз./м^3)		Биомасса (мг/м^3)	
	2014 г.	2015 г.	2014 г.	2015 г.
Copepoda	10,6	8,0	40,6	73,7
Cladocera	65,6	12,8	933,3	215,5
Bosmina longirostris	64,9	10,5	909,4	147,6
Rotatoria	16,4	11,5	48,5	92,2
Bivalvia larvae	0,9	1,0	4,9	5,1
Varia	14,3	14,4	3,51	3,25
Итого	107,6	47,7	1030,81	389,75

Примечание: в группу Varia входят Hydrozoa, Bryozoa, Ctenophora, личинки Decapoda и Cirripedia.

В экологическом отношении летом в рассматриваемые годы наблюдалось массовое развитие видов пресноводного комплекса. Обогащение Северного Каспия пресноводными формами планктеров происходит вследствие выноса животных из водотоков дельты Волги, что в свою очередь отражается на качественной и количественной характеристике зоопланктона в летний период (Каспийское море…, 1985). Средняя биомасса беспозвоночных доминирующего комплекса в 2014 г. составляла более 90% от общих значений. В экстремально маловодном 2015 г. регистрировалось снижение показателей биомассы пресноводных гидробионтов (50%). Одновременно, в связи с расширением площадей солености северокаспийской части моря, произошло увеличение значений биомассы организмов слабосолоноватоводного комплекса, а также зоопланктеров эвригалинного и морского комплексов (табл. 2).

Таблица 2 – **Биомасса (мг/м^3) зоопланктона западной части Северного Каспия по отдельным комплексам в 2014-2015 гг.**

Комплексы	Годы	
	2014	**2015**
Пресноводный	945,333	193,147
Морской	4,182	20,472
Эвригалинный	43,201	58,72
Слабосолоноватоводный	33,143	112,238
Экология не ясна	4,954	5,174

Изменения общей численности и биомассы зоопланктона по глубинам обуславливались распределением и динамикой развития основных групп зоопланктона. Сравнительный анализ по зонам глубин западной части Северного Каспия показал, что в 2015 году в планктоне произошли изменения в сторону уменьшения общих количественных значений относительно 2014 года. Несмотря на разницу в развитии планктона в межгодовой динамике, традиционно наиболее плотные скопления зоопланктона регистрировались в мелководном районе исследуемой акватории. С увеличением глубин количественные показатели сокращались.

Характерными представителями мелководного района являлись пресноводные и слабосолоноватоводные ветвистоусые рачки, коловратки, копеподы, простейшие. В сообществе приглубой зоны возрастала роль эвригалинных веслоногих ракообразных.

В распределении зоопланктона выделялись следующие особенности: максимальные скопления гидробионтов были приурочены к району с глубинами до 3-х метров; на акватории от 3 до 6 метровой изобаты показатели численности и биомассы зоопланктона в 2 раза сокращались. В 2014 г. в рассматриваемом диапазоне глубин основу количественных значений формировали кладоцеры (более 60% численности и 90% биомассы от общего числа), преимущественно *B. longirostris*. В 2015 г. общую численность определяли зоопланктеры трех основных систематических групп: Protozoa, Rotatoria, Cladocera (табл. 3). В составе простейших организмов наиболее интенсивно развивалась инфузория *Vorticella* sp. Среди коловраток преимущество в численности имел *B. diversicornis*, по биомассе преобладала *A. priodonta*. Из кладоцер как по численности, так и по биомассе лидировала *B. longirostris*.

Таблица 3 – **Количественные показатели зоопланктона мелководного района западной части Северного Каспия в 2014-2015 гг.**

Группы зоопланктона	Глубины, м			
	2014 г.		2015 г.	
	Менее 3	3-6	Менее 3	3-6
Copepoda	11442,3 / 39,453	13873,0 / 39,112	15922,0 / 210,414	10912,4 / 97,528
Cladocera	222784,4 / 3200,596	92540,5 / 1306,203	53257,5 / 777,738	18275,4 / 327,084
Rotatoria	72637,9 / 200,273	15851,3 / 55,779	28623,6 / 186,721	19342,6 / 167,337
Bivalvia larvae	663,7 / 3,319	1260,8 / 6,304	1403,2 / 7,016	1633,6 / 8,168
Protozoa	30728,5 / 6,141	20466,1 / 4,074	62651,1 / 12,398	19700,6 / 3,787
Varia	21,8 / -	120,1 / 0,317	70,2 / -	246,2 / 0,685
Итого	338278,6 / 3449,782	144111,8 / 1411,789	161927,6 / 1194,287	70110,8 / 604,589

Примечание: в числителе - численность (экз./м^3), в знаменателе – биомасса (мг/м^3)

Зоопланктон глубоководного района формировался под влиянием более соленых морских вод, что обуславливало снижение видового разнообразия и его количественных значений относительно мелководья. Основными обитателями в зоне глубин 6-9 метров являлись эвригалинные веслоногие рачки, наибольшим развитием среди которых характеризовались *Acartia tonsa* (65% от общего числа в группе) и *Calanipeda aquaedulcis* (23%). Кроме перечисленных выше организмов многочисленными на рассматриваемой акватории были виды морского комплекса *Pleopis polyphemoides* и *Podonevadne trigona*. Из коловраток - виды рода Brachionus и Synchaeta, главным образом *Br. plicatilis* и *S. pectinata*. В группе простейших - инфузория *Vorticella* sp. По численности и биомассе среди временных планктеров преобладали личинки двустворчатых моллюсков.

В диапазоне глубин более 9 метров количественные показатели зоопланктона снижались. В составе доминантов по глубинам существенных изменений не наблюдалось, развитие зоопланктона определяли веслоногие ракообразные (табл. 4).

Таблица 4 – **Количественные показатели зоопланктона глубоководного района западной части Северного Каспия в 2014-2015 гг.**

Группы зоопланктона	Глубины, м					
	2014 г.			2015 г.		
	6-9	9-12	более 12	6-9	9-12	более 12
Copepoda	7846,0 31,45	6362,7 36,258	6157,1 55,849	7249,7 43,619	3279,1 22,025	2487,2 20,525
Cladocera	117,8 3,09	744,0 18,252	935,7 14,492	374,6 8,48	56,8 2,109	258,3 4,191
Rotatoria	9511,2 8,697	3652,2 7,236	1105,0 3,77	2278,6 1,711	20,7 0,019	60,0 0,057
Bivalvia larvae	252,6 1,263	751,9 3,76	1074,9 5,375	383,5 1,918	358,6 1,793	292,6 1,463
Protozoa	4,4 0,001	4203,1 0,841	5074,2 1,014	101,2 0,005	0,5 -	-
Varia	564,9 0,857	283,8 0,507	548,6 2,263	215,3 0,337	307,5 0,428	211,6 0,426
Итого	18296,9 45,358	15997,7 66,854	14895,5 82,763	10602,9 56,07	4023,2 26,374	3309,7 26,662

Примечание: в числителе - численность (экз./м^3), в знаменателе – биомасса (мг/м^3)

Распределение общей биомассы зоопланктона в западной части Северного Каспия было неоднородно. В 2014 г. высокая биомасса планктона (от 1,0 до 6,0 г/м^3) регистрировалась на выходе Волго-Каспийского и Кировского каналов, на акватории близ о. Малый Жемчужный. В 2015 г. повышенная плотность зоопланктона (от 1,0 до 4,0 г/м^3) наблюдалась в предустьевой зоне р. Волги, локально на акватории свала Белинского и Сухобелинского банков, в районе Смирновского осередка, близ о. Чистой Банки, о. Очиркин. Пятна высокой биомассы складывались в основном за счет развития *B. longirostris*.

Таким образом, анализ данных показал, что видовой состав зоопланктона состоял из видов, характерных для северной части Каспия. Разнообразие зооценоза определяли коловратки и ветвистоусые рачки. В межгодовой динамике произошло снижение общей численности и биомассы зоопланктона. Ведущим компонентом при формировании общих количественных значений являлась *B. longirostris*, наибольшее развитие которой происходило в мелководьях исследуемой акватории. Более благоприятные кормовые условия для планктофагов складывались в 2014 году.

Литература

Инструкция по сбору и обработке планктона. М.: ВНИРО, 1977. 72 с.

Камакин А.М. Биолого-экологическая основа имитационной модели «Зоопланктонное сообщество Северного Каспия» как среды обитания популяции гребневика *Mnemiopsis leidyi* / А.М Камакин, Д.Н Катунин, Е.Г. Лардыгина // Рыбохозяйственные исследования в низовьях реки Волги и Каспийском море: Сб. науч. трудов. Астрахань: КаспНИРХ, 2012. С. 77.

Каспийское море: фауна и биологическая продуктивность / Под ред. Е.А. Яблонской. М.: Наука, 1985. 276 с.

Косова А.А. Зоопланктон западной части низовьев дельты Волги в период регулирования стока / А.А. Косова // Изменение биологических комплексов Каспийского моря за последние десятилетия. М.: Наука, 1965. С. 98-137.

Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. М.: Наука, 2005. 263 с.

Курашова Е.К. Зоопланктон Северного Каспия в 1980-1987 гг. и его влияние на урожайность обыкновенной кильки / Е.К. Курашова, А.А. Асейнова // Рыбохозяйственные исследования планктона. Ч. 2. Каспийское море: сб. науч. работ ВНИРО. М.: ВНИРО, 1991. С. 10.

Тарасова Л.И. Характеристика зоопланктона западной части Северного Каспия в июне 2002-2006 гг. / Л.И. Тарасова, Л.В. Никулина // Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI веке: Материалы докладов междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию КаспНИРХ (16-18 октября 2007 г., Астрахань). Астрахань: КаспНИРХ, 2007. С. 197-199.

Яблонская Е.А. Биология Каспийского моря / Е.А. Яблонская. М.: Изд-во ВНИРО, 2007. 142 с.

ABSTRACT. The article presents the results of researches of zooplankton of the Western part of the Northern Caspian Sea in summer period 2014-2015. It is revealed a quantity complex of zooplankton; scientists have analyzed the dynamics of the quantitative indicators. The work gives the characteristics of the distribution of plankton by zones of depth. The analysis of the materials has shown that a species diversity of the plankton has expressed rotator-kladocern character; the values of the number and biomass are exposed annual variations. Zooplankton with the length to 6 m is characterized by relatively high level of the development.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА РЕЧНЫХ РАКОВ В ВОДОЕМАХ ТАТАРСТАНА

Е.Н. Александрова, С.А. Фигурков
Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства (ВНИИР), Московская область, Ногинский район, пос. Воровского, e--alexandrova@mail.ru

Введение

В настоящее время запасы российских речных раков нативного европейского подсемейства Astacinae Latreille, 1803 (далее астацины), а также фонд населенных ими ракохозяйственных водоемов по сравнению с периодом начала - средины XX века существенно снизились, что привело к сокращению объемов их добычи (Александрова, Мамонтов и др., 2001; Нефедов, 1991; Справочник, 2006).

В целях восстановления запасов астацин с 1960-ых годов в странах Западной Европы организовано производство их посадочного материала для вселения в естественные водоемы, а также для выращивания раков для пищевого потребления в прудах. В рыбохозяйственных институтах Советского Союза также были разработаны оригинальные методы и технические устройства для разведения раков.

В современной России, несмотря на наличие платежеспособного спроса населения на пищевую ракопродукцию, работы по восстановлению запасов и выращиванию астацин приостановлены. Одна из причин этого - дефицит технологий, соответствующих новым экономическим реалиям. Необходимо удешевить производство посадочного материала, усовершенствовать пользование природными ресурсами раководства такими, как рачные популяции - источники диких самцов и самок, из которых формируют стада производителей в питомниках; разработать методы подбора водоемов, пригодных для вселения заводского посадочного материала и расширения ракохозяйственного фонда. В последнее время в зарубежной астакологической литературе высказывают мнение о необходимости более полного таксономического изучения российских астацин. В частности, это относится к принятому в системах С.Я. Бродського (1983) и Я.И. Старобогатова (1995, 1995а) роду *Pontastacus* Bott, 1950, а также к видам и подвидам понто-каспийских астацин, входящих в его состав (Souty-Grosset, Holdich et al., 2006; Maguire et al., 2011; 2014). Поэтому при использовании астацин из локальных популяций России в ракохозяйственных целях необходимо идентифицировать их таксономическую принадлежность. Отметим, что исследования лаборатории разведения речных раков ФГБНУ ВНИИР ведутся именно в этих направлениях (Александрова, 2007; 2016).

Этот материал подготовлен в связи с обращением фирмы Filinfish (Республика Татарстан, г. Болгар) к ФБГНУ ВНИИР оказать помощь в деле разведения речных раков и воспроизводства их запасов в водоемах Татарстана. Цель

настоящего исследования – определение качества речных раков из Куйбышевского водохранилища (район г. Болгар) для раководства.

Материала и методы

Изучались половозрелые самцы и самки речных раков, отобранные в феврале 2016 г. из прилова рыболовных сетей, установленных в Куйбышевском водохранилище в районе г. Болгар неподалеку от впадения реки Камы.

С*истематическая принадлежность* речных раков из Куйбышевского водохранилища определена с использованием ключевых таксономических признаков, применяемых в системах С.Я. Бродського (1983) и Я.И. Старобогатова (1995, 1995а). Морфологические признаки, использованные для таксономической идентификации этих речных раков, были отсняты аппаратом Nikon View 5 в режиме «Макросъемка». Снимки редактировались в программе Adobe Photoshop.

Данные об *экстерьерных характеристиках* исследованных раков получены в результате измерения частей их тела по схеме Скорикова А.С. - Скворцова В.Н. (Скворцов, 1979). Экстерьер раков из Куйбышевского водохранилища по трем показателям – «*длина - вес тела», «длина подвижного пальца»* сравнивали с аналогичными показателями речных раков (***Pontastacus l. leptodactylus*** (Esch.)) из высокопродуктивной популяции реки Рутки - левобережного притока Средней Волги, впадающей в Горьковское водохранилище у города Козьмодемьянска (рис. 1). Местообитанием рачной популяции р. Рутки являлось русловое озеро Тогашевское. Согласно типизации рачных водоемов по уровню запасов (134,8 кг/га) оно относилось к водоемам высокой продуктивности (средний улов - 1,2 экз. на 1 раколовку /час) (Цукерзис, 1989; Справочник, 2006). Кривые по *длине тела* самцов и самок раков, построенные по выборочным данным из этой популяции, соответствовали нормальному типу статистического распределения, что свидетельствовало о её стабильности в отношении процесса изменчивости (Александрова, 2014).

Съедобной частью тела рака является ткань мышц. Использованный для определения пищевой ценности речных раков из Куйбышевского водохранилища показатель «общий вес *мяса* рака» являлся суммарным весом мышц 4-ёх члеников (исхио-, мero-, карпо- и проподита) правой и левой клешненосных конечностей первой пары (т.н. клешней), а также мышц абдомена и мышц, соединяющих абдомен с карапаксом. Разделку раков осуществляли после 7-ми минут их варки в подсоленной кипящей воде и последующего быстрого охлаждения. Данные по выходу мяса обработаны раздельно по самцам и самкам и объединены в одну из 4-х ассортиментных категорий, выделяемых при сортировке промысловых уловов - в т.н. *отборную* группу раков длиной тела >14,6 см. (Ассортиментная оценка размерного состава речных раков ведется по четырем категориям: *раки отборные* – 14,6 см и более; *раки крупные* - 12,3- 14,5 см, *раки средние* - 10,2-12,3, *раки мелкие* – 9-10,2 см (Будников, Третьяков, 1953)). Также были определены вес условно

съедобной части тела рака - гепатопанкреаса, семенников или яичников, и вес несъедобной части - покровов тела, желудка и кишечника.

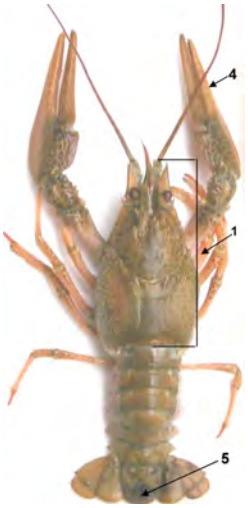
Ориентировочная оценка качества источника речных раков (плесы Куйбышевского водохранилища в районе г. Болгар) *для раководства* сделана по комплексу таких признаков, как показатели экстерьера и пищевой ценности раков; наличия т.н. «отборной» продуктивной группы в популяционной структуре; благоприятных природно-климатических условиях.

Рисунок 1 - **Места сбора материалов по речным ракам в водоемах бассейна Средней Волги**:
пункт **1** –озеро Тогашевское в среднем течении реки Рутки (1990-1991 гг.);
пункт **2**-Куйбышевское водохранилище в районе города Болгар (2016 г.).

Результаты

Идентификация по таксономическим признакам самцов речного рака из Куйбышевского водохранилища позволила сделать заключение об их принадлежности к подотряду речные раки (Astacoidei Latreille, 1803), семейству астациды (Astacidae Latreille, 1802), подсемейству астацины (Astacinae Latreille, 1802), роду *Pontastacus* Bott, 1950 (понтичные раки), виду длиннопалый рак (***Pontastacus leptodactylus*** (Eschscholtz, 1823)) и типичному подвиду (***P. l. leptodactylus*** (Esch.)). Рисунок 2, наряду с изображением внешнего вида самца длиннопалого рака из Куйбышевского водохранилища, содержит описания таксономических признаков рода *Pontastacus* Bott, 1950, вида *P. leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) и подвида *P. l. leptodactylus* (Eschscholtz, 1823), почерпнутые из определительных таблиц Я.И. Старобогатова (1995, 1995а) и С.Я. Бродського (1983). Там же приведены фотографии этих признаков у исследованных раков. Таксономические признаки самцов речных раков из Куйбышевского водохранилища соответствуют таковым признакам.

Самец длиной 133 мм (дорзальная сторона)

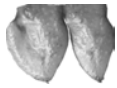


Признаки рода Pontastacus (1-4) и вида P. Leptodactylus (1a):

1. Карапакс с двумя парами посторбитальных валиков, вооруженных шипами (стрелки).

1a. Передняя часть рострума равна или больше его задней части; у заднего края цервикальной борозды имеются шипы или бугорки (стрелка).

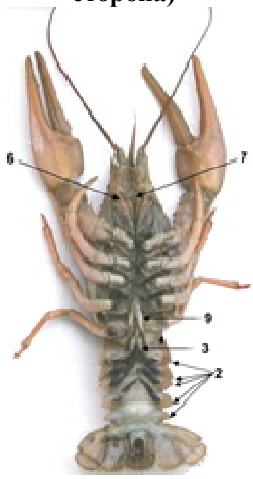
2. Плевры 2 и 4 абдоминальных сегментов с шипиками на конце.



3. Гонопод II самца: базальная часть экзоподита с выростом (стрелка).

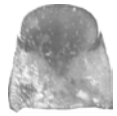
4. Неподвижный палец клешни без выемки с внутренней стороны, обращенной к подвижному пальцу.

Самец 133 мм (вентральная сторона)



Ключевые признаки вида P. leptodactylus (5-9)**:**

5. Тельсон (часть позади поперечной борозды): боковые края параллельны друг другу; эта часть прямоугольная с округленными постлатеральными углами.



6. На дистальной части медиального края меруса максиллипеды-III два шипика.

7. Эпистом с двумя неравными шипиками с каждой стороны (стрелки).

8. У крупных самцов (Lтела>140 мм) клешня длиннее карапакса.

См. 4-ый признак

9. Гонопод 1 самцов: короткий лепесток утончается к периферии, более длинный к концу сужается и завершается скругленным углом.

Рисунок 2 - **Половозрелый самец длиннопалого рака (*Pontastacus l. leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)) из Куйбышевского водохранилища (район г. Болгар) и фотографии его таксономических признаков P. leptodactylus в таблицах С.Я. Бродського (1983), Я.И. Старобогатова (1995), Ya.I. Starobogatov (1995a)**

Речные раки одного вида, но из разных популяций, при одинаковой длине тела могут отличаться по весу, а, следовательно, по мясистости (существует даже понятие "рак пустой"); по весу несъедобных частей тела; по размерам клешней и др. (Будников, Третьяков, 1952 и др.). Данные по ракам Куйбышевского водохранилища совмещали с трендами показателей «вес-длина тела» и «длина подвижного пальца» раков из популяции р. Рутки (рис. 3, 4). Последний признак использован для сравнения потому, что он измеряется очень точно в отличие от признака «длина клешни» и сильно коррелирован с последним.

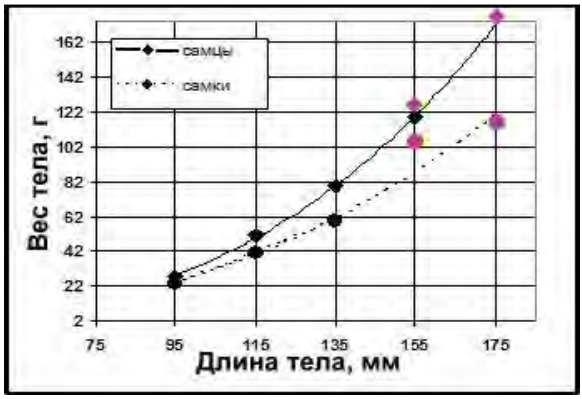


Рисунок 3 **- Соотношение показателя «длина и вес тела» у *Pontastacus l. leptodactylus* из водоемов Средней Волги: тренды по черным маркерам построены по данным о самцах и самках из популяции реки Рутки; данные о самцах и самках отборной группы из Куйбышевского водохранилища отмечены красными маркерами**

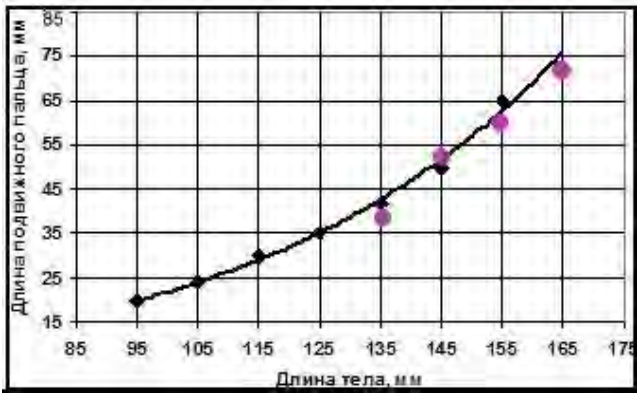


Рисунок 4 - **Сравнение самцов P. l. leptodactylus по длине (мм) подвижного пальца из реки Рутки (черные точки на экспоненциальном тренде) и из Куйбышевского водохранилища (красные кружки)**

Некоторое несовпадение значений веса тела у исследованных самок длиной тела 155 мм с трендом «вес - длина тела» самок из популяции р. Рутки можно объяснить разницей в состоянии зрелости их половых продуктов. Так самки из популяции р. Рутки были измерены летом в период линек; самки из Куйбышевского водохранилища – в феврале, в начале спаривания, т.е. в период максимальной зрелости половых продуктов и значительного накопления резервных веществ.

Показатели пищевой ценности самцов и самок *Pontastacus l. leptodactylus* из Куйбышевского водохранилища в районе г. Болгар приведены в таблице 1.

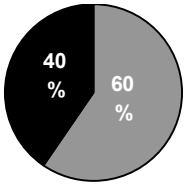
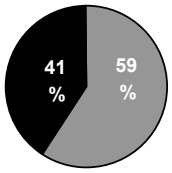
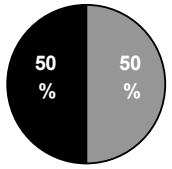
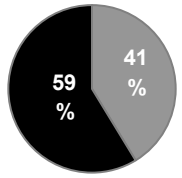
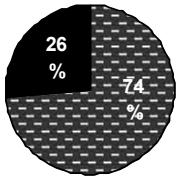
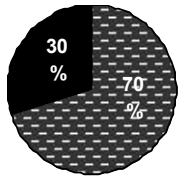
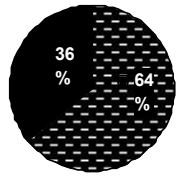
Таблица 1 - **Показатели пищевой ценности самцов и самок *Pontastacus l. leptodactylus* из отборной группы (Куйбышевское водохранилище в районе г. Болгар, 2016)**

Показатели	Длина рака 150-159 мм		Длина рака 160-169 мм	
	самцы	самки	самцы	самки
Вес тела, г	123,83±9,2	нет	173,4	109,28±16,46
Общий вес мяса, г	27,80±3,11	нет	35,06	19,90±2,55
Вес мяса, % веса тела	22,51±2,01	нет	20,22	17,70±1,71
Вес условно съедобных частей тела (гепатопанкреас, яичники или семепроводы), г	3,54±0,51	нет	3,12	10,63±1,21
Вес условно съедобных частей, % веса тела	2,81±0,21	нет	1,8	9,84±0,42
Вес несъедобной части тела, г	70,67±4,35	нет	103,8	69,53±4,97
Несъедобная часть тела, % веса тела	57,63±3,63	нет	59,9	65,59±7,96
К-во экз.	4	0	1	3

Несмотря на увеличение длины тела самца длиной 168 мм у него не отмечено резкого снижения мясистости (% от веса тела). Эти данные могут свидетельствовать в пользу жизнеспособности и высокой пищевой ценности крупных самцов Куйбышевского водохранилища. На индивидуальном уровне отмечено самое высокое значение мясистости (35,9 г и 25,9 % % веса тела) у самца № 7 длиной 158 мм и весом 139 г, отличающегося одинаковыми по размеру и хорошо развитыми «ладонями» правой и левой клешней.

В таблице 2 данные по изменчивости соотношения мяса в клешнях и абдомене самцов и самок в связи с ростом (Александрова, 2013) дополнены аналогичными данными по самцам и самкам отборной ассортиментной группы из Куйбышевского водохранилища.

Таблица 2 - **Выход мяса в клешнях (черный фон) и в абдомене (% от всего мяса) самцов и самок *Pontastacus l. leptodactylus.*** (Серым цветом отмечена доля мяса абдомена у самцов; штриховкой на черном фоне - у самок)

Вид пол раков	**Длина тела, мм**			
	91-100	**101-110**	**111-120**	**141-170**
самцы				
самки	нет данных			

Ориентировочная оценка Куйбышевского водохранилища в районе г. Болгар *как источника* диких производителей для раководства хорошего качества сделана на основе совпадения значений экстерьерных показателей - соотношения *длина - вес тела* (рис. 3) *и длина подвижного пальца* (рис. 4) исследуемых раков с трендами аналогичных экстерьерных показателей длиннопалого рака из высокопродуктивной популяции реки Рутки. По карте районирования ландшафтно-климатических провинций Русской равнины определено, что озеро Тогашевское - местообитание рачной популяции р. Рутки (рис. 1, пункт 1) - расположено в ландшафтной провинции *тайга Низменного Заволжья*, в то время как Куйбышевское водохранилище в районе г. Болгар граничит с лесостепью Низменного Заволжья (Мильков, Гвоздецкий, 1976).

Обсуждение

Анализ меристических и пластических признаков речных раков из Куйбышевского водохранилища показал их соответствие описаниям таковых типичного длиннопалого рака (*Pontastacus l. leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)) в таксономических таблицах С.Я. Бродского, 1983 (стр.152) и Я.И. Старобогатова (1995, 1995а).

Способность длиннопалого рака достигать крупных размеров, не утрачивая при этом продуктивных способностей и высокой пищевой ценности, имеет положительное значение для раководства. Структура *рачной популяции* из Куйбышевского водохранилища, по сравнению с более северной рачной

популяцией реки Рутки, отличается наличием в ней «отборной группы» раков, размеры которых приближаются к 170 мм.

Существенное увеличение выхода мяса (г) у крупных самцов связано с увеличением по мере роста клешней первой пары, которыми самец фиксирует самку при оплодотворении (Hogger, 1988). Поэтому должно быть уделено особое внимание состоянию клешней самцов, которые часто бывают поврежденными в результате попадания в рыболовные сети, выставляемые в рачных водоемах. Клешни раков способны регенерироваться, но у половозрелых раков они не восстанавливаются до размеров, необходимых для удержания самки при спаривании. Самец с поврежденными клешнями как производитель не пригоден. Это следует учитывать, разрабатывая мероприятия по охране источников производителей для раководства.

Оценивая ресурсы Куйбышевского водохранилищ в аспекте раководства, следует также отметить, что в районе г. Болгар оно граничит с ландшафтно-климатической провинцией лесостепь Низменного Заволжья, на территории которой расположены водоемы, пригодные для создания новых рачных популяций. Иными словами производимый здесь ракопосадочный материал будет востребован.

Литература

Александрова Е.Н. Результаты исследований ВНИИР по созданию научно-методического обеспечения работ по разведению речных раков (subfam. *Astacinae*) за период 1995-2007 гг. /В кн.: “Рациональное использоваие пресноводных экосистем – перпективное направление реализации национального проекта “Развитие АПК”, материалы международной научн.-практич. конфер., М., 2007.-с. 101-105.

Александрова Е.Н. Российские речные раки как объекты пищевого потребления // «Вестник Российской Академии Сельскохозяйственных наук», 2013, №5, с. 59-63.

Александрова Е.Н. Оценка природных популяций речных раков при выборе источников диких производителей при разведении// Вестник Астраханского Государственного Технического Университета (АГТУ), 2014. №4 (декабрь). С. 31-39.

Александрова Е.Н. Исследования ВНИИР по развитию раководства на основе нативных речных раков подсемейства Astacinae (период 2008-2016 гг.) в России /Сб. ВНИИР: Материалы Всероссийской научно-практической конференции/ «Континентальная аквакультура: ответ вызовам времени» (Москва, ВДНХ, 21 января 2016 г.) [Электронный ресурс], т. 2 CD-ROM.

Александрова Е.Н., Мамонтов Ю.П., Полосьянц Т.Ю. Промысел и культивирование речных раков в России. // Рыбн.хоз-во. -М., 2001. - С.1-49 - (сер.: Воспроизводство и пастбищное выращивание гидробионтов: Обзорная информация / ВНИЭРХ-вып.1).

Будников К.Н., Третьяков Ф.Ф. Речные раки и их промысел.- М.: Пищепромиздат, 1952.-95 с.

Мильков Ф.Н., Гвоздецкий Н.А. Физическая география СССР. Общий обзор. Европейская часть СССР. Кавказ – Учебник для студентов геогр. фак. ун-тов. М.: Мысль, 1976.-448 с.

Нефедов В.Н. Отечественный опыт культивирования раков. // (Рыбн. хоз-во. Сер. Аквакультура: Информ. мат./ВНИЭРХ.-1991.-Вып.1).-80 с.

Скворцов В.Н. Морфологическая изменчивость длиннопалого рака в водоемах Среднего Урала // Экология.- № 5.- 1979.- с.72-75.

Справочник: «Раколовство и раководство на водоемах Европейской части России (справочник) Под общей редакцией О.И. Мицкевич».- Санкт-Петербург: изд. ГосНИОРХ, 2006 – 207 с.

Старобогатов Я.И. Высшие раки. - В кн. «Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий».- Санкт-Петербург, 1995.-Т.2. С.174-187; 540-548.

Цукерзис Я.М. Речные раки.- Вильнюс: Мокслас, 1989.- 143 с.

Бродський С.Я. Фауна України. Вищі раки. Річкові раки.- Київ: Наукова думка, 1981.-Т.26.-Вип.3.-210 с. (In Ukrainian).

Hogger, J.B. Ecology, population biology and behavior/ Freshwater crayfish: Biology, Management and Expoitation (ed. D.M. Holdich), 1988, pp.114-140.

Maguire I., Dakic L. Comparative analyses of *Astacus leptodactylus* morphological characteristics from Croatia and Armenia// Biologia, 2011, 66/3. P. 491-498

Maguire I., Podnar M., Jelic M., Stambuk A., Schrimpf A., Holger S. and Klobucar G. Two distinct evolutionary lineages of the *Astacus leptodactylus* species-complex (Decapoda: Astacidae) inferred by phylogenetic analyses// *Invertebrata Systematics, 2014, 28, 117-123*

Souty-Grosset, C., Holdich DM, Noel PY, Reynolds JD and Haffner P (eds.) Atlas of crayfish in Europe, 2006, pp. 68-70. /Paris, 2006. Patrimoines Naturels 64 Publication Scientifiques du MNHN (Muséum national d'Histoir naturelle). 186 P.

Starobogatov, Ya. I. Taxonomy and geographical distribution of crayfishes of Asia and East Europe (*Crustacea Decapoda Astacoidei*). // Russian Journal of *Artropoda* Research. *Arthropoda* Selecta. 1995. v. 4 (3/4). P. 3-25. Moscow, RMR Scientific Press LTD. (In Eng.).

ABSTRACT. Identification of a crayfish from Kuibyshev reservoir in the region of city Bolgar has allowed to define it as a species ***Pontastacus leptodactylus*** (Eschscholtz, 1823) and as typical subspecies ***P. l. leptodactylus*** (Esch). Studying of characteristics of an ex-terrier and indicators of production output of the crayfish from this reservoir allows considering them as suitable for breeding purposes.

УГРОЖАЮЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ В ЕСТЕСТВЕННОМ ВОСПРОИЗВОДСТВЕ СЕМГИ РЕКИ ВАРЗУГА (КОЛЬСКИЙ П-ОВ): ПРИЧИНЫ И ПУТИ УСТРАНЕНИЯ

М.Ю. Алексеев, А.В. Зубченко

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО), Мурманск, mal@pinro.ru

Введение

Река Варзуга является крупнейшей по численности нерестового стада семужьей рекой Европейского Севера России и одной из самых продуктивных в мире. Берет начало среди болот, расположенных в юго-восточной части Кольского полуострова, впадает в Белое море. Протяженность реки – 254 км. Суммарная площадь выявленных нерестово-выростных угодий (НВУ) в бассейне реки составляет 1249 га, что может обеспечить продукцию более 3 млн. смолтов, а потенциальная численность производителей семги оценивается величиной 155 тыс. экземпляров (Зубченко и др., 2002). Сопоставление численности родительского запаса за ряд лет и воспроизводимого им потомства позволило определить параметры уравнения Рикера и рассчитать важный ориентир – уровень сохраняющего запаса (сохраняющий лимит). Для р. Варзуга он равен 19,98 тыс. экз. (Alexeev, Prusov, 1998; Прусов и др., 2005). Максимальная численность лососей в р. Варзуга, была зарегистрирована в 1987 г., когда только на рыбоучетном заграждении (РУЗ) было учтено около 137,5 тыс. экз. нерестовых мигрантов. Средняя численность по данным учета на РУЗ с 1959 по 2011 г. составляла около 70 тыс. экз.

Семга р. Варзуга во все времена играла существенную роль в формировании беломорского комплекса запасов этого вида рыб. Например, известно, что в XVIII веке, в благополучные годы, на заборе в р. Варзуга вылавливалось до 7 тысяч пудов (примерно 112 т) семги (Ушаков, 1972). В 1882–1898 гг. и в 1899–1908 гг. средние уловы в реке составляли соответственно 1229 и 951 ц (Мейснер, 1920). В 1928 и 1929 гг. уловы семги в р. Варзуга составили 32,8 и 55,2 т, в р. Кица – 3,4 и 1,8 т (Смирнов, 1935). В 1954 г. доля семги, выловленной на промысловых участках Варзугского района, составила 48% от общего улова в Мурманской области (Михин, 1959), а в 2000 г. – 68,9% (Зубченко и др., 2002). В отдельные годы уловы на тонях беломорского побережья, на треть состоявшие из семги р. Варзуга (Салмов и др., 1982), достигали 200 и более тонн.

С начала 90-х годов XX столетия на лососевых реках Кольского п-ова начал развиваться спортивный и любительский лов семги крючковыми орудиями лова по принципу «поймал-отпустил», который, наряду с традиционным для российских рыболовов ловом по принципу «поймал-изъял» занял ведущее место в системе рыбохозяйственного использования запаса семги р. Варзуга. Переориентация

эксплуатации запасов семги с промышленного на любительское рыболовство объясняется значительной экономической выгодой последнего и соображениями доступности любительского лова семги для всех граждан.

Несмотря на продолжающуюся в течение многих лет интенсивную эксплуатацию нерестового стада семги, населяющего р. Варзуга различными видами рыболовства как в реке, так и в прибрежной морской акватории, состояние воспроизводства лосося до недавнего времени не вызывало опасений. Но в последние годы объективные данные (просчет на РУЗ, промысловая статистика) и субъективные оценки (жалобы местных жителей в различные инстанции) свидетельствуют о заметном падении численности лосося в реке.

Это и определило цель нашего исследования, которая заключалась в анализе современного состояния воспроизводства семги в р. Варзуга, выявлении причин сокращения ее запаса, оценке реальной величины промысловой эксплуатации и определении мер по снижению рисков длительной депрессии численности.

Материал и методы

Материалом для настоящей работы послужили результаты исследований, проведенных на р. Варзуга в июле-сентябре 2014-2015 гг., материалы исследований ФГБНУ «ПИНРО» за период 2003-2013 гг., данные ФГБУ «Мурманрыбвод», собранные на РУЗ «Колониха» в 2001-2011 гг., а также ретроспективные данные, хранящиеся в архивах ФГБНУ «ПИНРО» и ФГБУ «Мурманрыбвод». Сбор и обработка ихтиологических материалов проводились по стандартным методикам (Правдин, 1966; Мартынов, 1987; Плохинский, 1970).

Плотности молоди семги на НВУ изучались с помощью электроловильного аппарата на 23 станциях, расположенных в притоке II порядка р. Индель, в притоке I порядка р. Пана и в основном русле реки от устья Паны до порога Морской (рис. 1).

Площадь облавливаемых участков колебалась от 30 до 160 м. Облов одного участка проводился не менее трех раз. Обработка молоди проводилась по стандартным методикам. Измерялись длина, масса, определялись пол и возраст. Расчеты плотности выполнялись по методу удаления (Zippin, 1958).

Результаты и обсуждение

Семга р. Варзуга образует две большие сезонные расы, или биологические группы – летнюю и осеннюю. Последняя более многочисленна (около 65-70% от общей годовой численности нерестовых мигрантов), и составляет основу запаса этого вида в реке. Ход рыб летней биологической группы обычно приходится на период со второй декады мая по вторую декаду августа. Массовый ход осенней семги обычно начинается в первой-второй декадах сентября, а заканчивается во второй-третьей декаде декабря. Нерест осенних лососей происходит только на следующий год, поэтому зиму, весну и лето они проводят реке. Это обстоятельство делает их уязвимыми к природному и антропогенному факторам.

Часть лососей гибнет от воздействия на жабры шуги в период ледостава, часть может быть раздавлена льдом из-за образования зажоров и заторов во время ледостава или ледохода, в отдельные годы десятки лососей оказываются изолированными в старицах после паводка. В течение года на производителей осенней расы воздействует промысел, в т. ч. нелегальный.

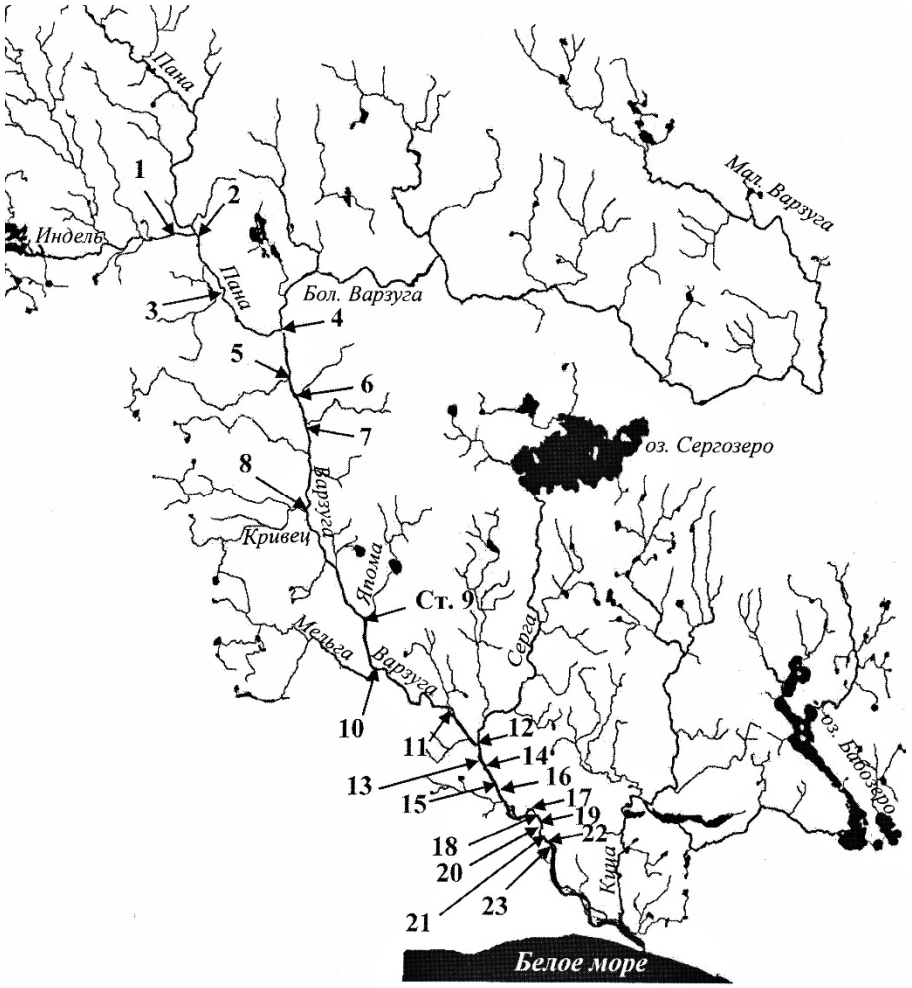


Рисунок 1 - **Схема р. Варзуга и расположение станций электролова**

В новом столетии по организационным причинам время работы РУЗ охватывало не весь период нерестовой миграции, поэтому материалы учета не всегда отображают действительное состояние численности лосося в реке. Однако

и такие усеченные данные дают возможность судить о современном состоянии запаса семги р. Варзуга. Обнаружено, что численность рыб, пропущенных на нерест только несколько раз и, в основном, незначительно превышала величину сохраняющего запаса. При этом следует обратить внимание на численность рыб летней биологической группы, данные учета которых вполне репрезентативны, несмотря на отсутствие сведений за ряд лет. Эта биологическая группа, участвующая в нересте текущего года, на 70-75% состоит из самцов, на 20-25% из самок в возрасте 1SW, и немногочисленных самок (4-5%), пробывших в море не менее двух лет (MSW). В 1984-1990 гг. численность этих рыб составляла в среднем около 10,6 (7,6-13,4) тыс. экз., в 2000-2011 гг. – 2,7 (0,94-7,2) тыс. экз.

На негативные изменения, происходящие с варзугским стадом семги, указывают и данные по плотности расселения ее молоди на НВУ. В 2001-20015 гг. средние показатели плотности в семи случаях оказались меньше 20 экз./100 м^2 (граничный показатель, указывающий на высокий уровень ННН-лова), причем в большинстве – значительно. Крайне критичным является то, что на некоторых участках реки молодь вообще не встречается, или встречается единично (рис. 2). Это относится, в частности к нижнему участку реки, и к участку в районе впадения основного нерестового притока – р. Пана (Межводье). Подобная картина наблюдалась и в предыдущие годы, а это уже серьезный удар по биоразнообразию семги р. Варзуга, поскольку в этом случае изменяется популяционная и субпопуляционная структура стада за счет выпадения из воспроизводства группировок рыб, происходивших из указанных участков реки. Нерест на этих участках лососей из других группировок, учитывая устойчивый «хоминг» семги, может быть лишь случайным.

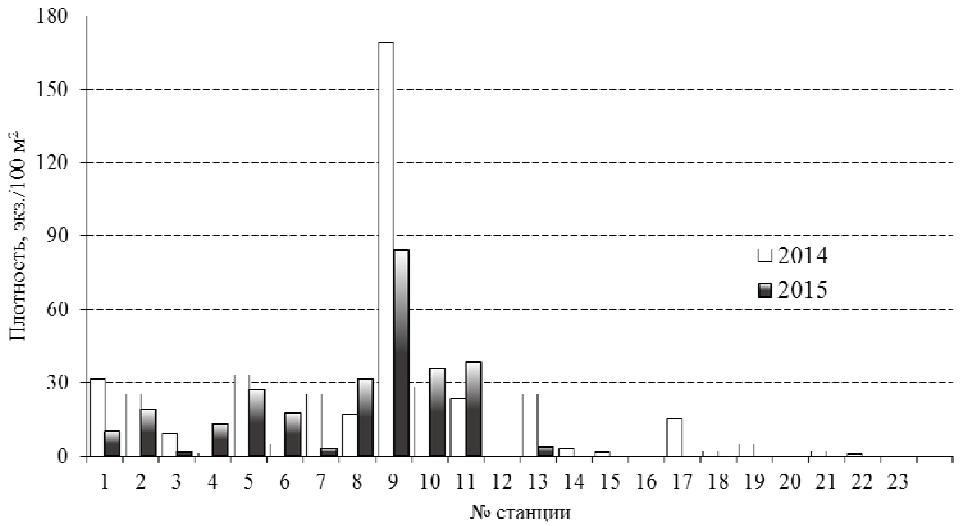


Рисунок 2 - **Плотность расселения молоди семги в возрасте 1+ и старше в р. Варзуга в 2014 и 2015 гг. на участках электролова**

Таким образом, можно вполне определенно констатировать, что современная численность семги в р. Варзуга колеблется на уровне близком к сохраняющему запасу, который, как уже говорилось выше, равен 19,98 тыс. экз., т.е. запас семги р. Варзуга находится в депрессивном или близком к нему состоянии.

Причины этого кроются в значительно возросшем уровне ННН-лова (незаконный, неучтенный, неконтролируемый). Ранее основной урон запасам лосося р. Варзуга наносил незаконный и неучтенный лов в прибрежных районах Архангельской и Мурманской областей. В последнее время не менее серьезным фактором стал незаконный и неучтенный лов в реке, который в первом случае осуществляется многочисленными туристами, сплавляющимися сначала по притокам – рр. Индель и Пана, а затем по основному руслу р. Варзуга от Межводья до с. Варзуга, а во-втором – рыбаками-любителями, осуществляющими, вполне легально (по лицензии), лов по принципу «поймал-изъял» в нижнем течении реки, и не декларирующими полностью или частично свой улов.

В 1982-1997 гг., когда на реке существовал рыбохозяйственный заказник, туризм и другие формы отдыха на реке были запрещены.

В 2000 г. на р. Варзуга был организован государственный природный биологический (рыбохозяйственный) заказник регионального значения «Варзугский», одной из задач которого являлась организация спортивного рыболовства и туризма, не противоречащего целям создания и задачам заказника.

На наш взгляд, проверка временем показала, что разрешение сплава туристов по реке оказалось ошибочным (преждевременным), учитывая невысокий уровень гражданской ответственности российских граждан. По нашим наблюдениям, только за один световой день 04 сентября 2014 г. мимо стоянки экспедиционной группы ПИНРО в районе притока Пятка проследовало вниз по течению на катамаранах, байдарках и резиновых лодках 48 человек. Практически все были вооружены спиннингами. Туристический сезон на р. Варзуга продолжается более 100 дней, а летом количество туристов заметно больше. И какие бы допущения мы не делали, урон, который наносят туристы-рыбаки варзугскому стаду, реален и весьма значителен. Он исчисляется тысячами изъятых производителей. Причем производителей, которые должны участвовать в нересте текущего года. Это в полной мере относится и к рыбакам-любителям, которые ловят по принципу «поймал-изъял».

К чему может привести спиннинговый лов в реке писал в свое время В.Д. Никифоров (1958): «в 1955 г. с 16 июня по 5 сентября Муррыбводом были выделены участки во многих семужьих реках, а именно: на р. Коле – протяженностью около 30 км, р. Уре – полностью, р. Печенге – протяженностью 60 км, р. Териберке – протяженностью 60 км, р. Умбе – протяженностью 25 км, р. Тюве – почти полностью, включая и нерестилища. На этих реках ловят семгу на спиннинг до 2000 человек. При таком положении производители семги вылавливаются в массовых количествах. Кроме того, под видом рыболовов-любителей ловят семгу и браконьеры. Массовый спортивный лов и браконьерство

на р. Коле в значительной степени были причиной того, что Тайбольский рыбоводный завод в 1955 г. не выполнил плана вылова производителей семги. Таким образом, разрешение спиннингового лова на семужьих реках наносит чрезвычайно большой вред воспроизводству семги».

Поскольку собрать достоверную информацию по нелегальному лову невозможно, многие исследователи использовали для этого косвенные способы. Так, В.Г. Мартынов и А.Б. Захаров (1990) оценивали ущерб от браконьерства в реке Печоре на основании данных анкетного опроса местных жителей. А.В. Зубченко и О.Г. Кузьмин (1994) при оценке величины незаконного лова в р. Умба использовали в расчетах данные промысловой статистики и материалы инспекции рыбоохраны.

Между тем, имея достаточные данные по биологии семги и статистике промысла, можно сделать объективную оценку нелегального лова с помощью имитационного математического моделирования (Алексеев и др., 2006). Относительная величина нелегального изъятия семги в реке Варзуга определялась на основе изучения поведения ее модельной популяции в условиях промысла различной интенсивности. В качестве инструмента использовалась имитационная модель, созданная ранее для изучения динамики численности и оптимизации промысла семги в реках Мурманской области. Параметры модели для популяции семги р. Варзуга были получены на основании анализа большого ряда промыслово-биологических данных (Алексеев, 2004).

Реализация модели показала, что в условиях отсутствия промысла (F=0) и неизменных условиях жизни для популяции лосося реки Варзуга свойственны незначительные затухающие автоколебания (рис. 3).

При введении даже небольших значений мгновенного коэффициента промысловой смертности (F=0,2 1/год и более) популяция приходит в равновесное состояние, а ее численность возрастает, достигая наибольшего значения при F=0,9 1/год, или при изъятии 60% нерестового запаса (рис. 3). Дальнейшее увеличение промысловой смертности ведет к возобновлению затухающих автоколебаний и постепенному снижению численности лососей, а начиная со значений F, соответствующих 2,0 1/год, или 86% изъятия – к скачкообразному переходу системы в неравновесное состояние и асимптотическому снижению численности к оси абсцисс. Для того, чтобы численность нерестового стада стабилизировалась на уровне сохраняющего запаса, что мы и наблюдаем в последние годы, вылов должен составить 83% (F=1,77 1/год) (рис. 3). Таким образом, современный уровень изъятия семги в р. Варзуга всеми видами лова оценивается величиной 83%, что, по сути, является пороговым показателем.

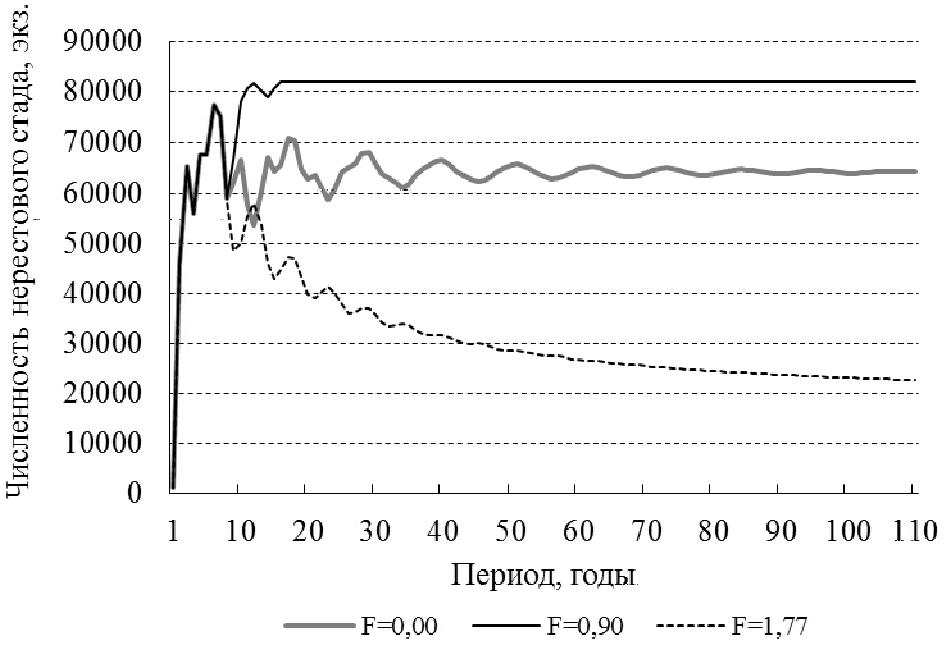


Рисунок 3 - **Динамика численности модельного нерестового стада атлантического лосося в р. Варзуга** (пояснения в тексте)

Заключение

Анализ собранных данных позволяет оценить состояние воспроизводства стада семги р. Варзуга как неудовлетворительное. Учитывая, что в течение ряда последних лет нерестовый запас семги испытывает значительные колебания, а в некоторые из них лишь незначительно превышает сохраняющий запас, нельзя считать, что современная численность производителей лосося р. Варзуга находится в безопасных биологических границах, т.е. популяция лосося подвержена серьезному риску катастрофического снижения уровня естественного воспроизводства и длительной депрессии численности.

Основной урон запасам лосося р. Варзуга наносит незаконный и недекларируемый лов в прибрежных морских акваториях Архангельской и Мурманской областей. В последнее время не менее серьезным фактором стал незаконный и не декларируемый лов в реке, который в первом случае осуществляется многочисленными туристами, сплавляющимися по реке от верхних притоков до с. Варзуга, а во-втором – рыбаками-любителями, осуществляющими легально (по лицензии) лов по принципу «поймал-изъял», но не декларирующими

полностью или частично свой улов. Суммарное изъятие лососей из реки всеми видами промысла (в т.ч. ННН-ловом) оценивается величиной 83%.

В отсутствии должной охраны рек, самые разумные управленческие решения не приводят к ожидаемому результату, и большая доля улова приходится на ННН-лов.

Практические действия по восстановлению запасов должны быть направлены, на увеличение числа производителей, в первую очередь самок. Эту задачу можно решить эффективной охраной устьевой и эстуарной зон рек в период осеннего хода семги, охраной нерестилищ в летне-осенний период, а также установлением контроля за соблюдением установленных квот при всех видах добычи (вылова) атлантического лосося.

С учетом этого и в целях предотвращения дальнейшего падения численности лосося в реке и рационального использования запасов анадромных видов рыб предлагается в качестве основных мер:

1. Запретить минимум на пять лет лов семги по принципу «поймал-изъял» на нижнем участке реки (руч. Мельничный – порог Порокушка) в весенне-летний период (май-июнь).

2. Решить вопрос об изменении статуса существующего заказника и ввести мораторий на сплав туристов по реке на период не менее 5 лет.

3. Уменьшить общие сроки проведения лицензионного лова лосося по принципу «поймал-изъял» и ввести суточные ограничения времени лова в четные и нечетные дни.

4. Уменьшить сроки и рекомендуемые объемы добычи лосося при осуществлении лова по принципу «поймал-отпустил» в нижних участках реки.

5. Ввести в практику инспектирование реки смешанными группами (рыбоохрана, природоохранные организации, лесное хозяйство), т.к. помимо нарушений в сфере рыболовства, нарушаются Водный и Земельный Кодексы, ФЗ «Об охране природы» и другие законодательные акты.

Кроме этого, есть все основания ставить вопрос об увеличении штата госинспекторов рыбоохраны в регионах, где обитают ценные и особо ценные виды ВБР.

Литература

Алексеев М.Ю., Зубченко А.В., Криксунов Е.А. Применение имитационного математического моделирования для оценки величины нелегального вылова семги (Salmo salar L.) в реке Умба // Вопросы рыболовства. – 2006. – Т 7. – №2(26). – С. 318-325.

Алексеев М.Ю. Динамика популяций семги (Salmo salar L.) рек Кольского полуострова. – Автореф. дисс. канд. биол. наук. – М., 2004. – 24 с.

Зубченко А.В., Веселов А.Е., Калюжин С.М. Биологические основы управления запасами семги в реке Варзуге и варзугском рыбопромысловом районе. – Мурманск-Петрозаводск. – 2002. – 77 с.

Зубченко А.В., Кузьмин О.Г. Репродуктивный потенциал и состояние запасов атлантического лосося реки Умбы // Систематика, биология и биотехника разведения лососевых рыб: Мат. 5-го Всероссийского совещания. – СПб. – 1994. – С. 78–81.

Мартынов В.Г. Сбор и первичная обработка биологических материалов из промысловых уловов атлантического лосося (методические рекомендации). – Сыктывкар. – 1987. – 36 с.

Мейснер В.И. Семужий промысел на Севере России, его прошлое, настоящее и будущее // Изв. отд. рыбоводства и науч.–промысл. исследований. – 1920. – Т. 1. – Вып. 2.– С. 87–91.

Михин В.С. Рыбы р. Варзуги и их взаимоотношения с молодью семги // Изв. ВНИОРХ. – Т. 48. – С. 101-107.

Никифоров Н.Д. Запретить спиннинговый лов на нерестовых семужьих реках // Рыбное хозяйство. – 1958. – № 34. – С 22.

Плохинский Н.А. Биометрия. – М. – Изд-во МГУ. – 1970. – 367 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). 4–е изд. – М. – Пищ. пром-сть. – 1966. – 376 с.

Прусов С. В., Зубченко, А.В., Самойлова Е.Н. Сохраняющие лимиты (CL) и их роль в управлении запасами атлантического лосося из рек Кольского полуострова // Биология, воспроизводство и состояние запасов анадромных и пресноводных рыб Кольского полуострова. – Мурманск. – Изд-во ПИНРО. – 2005. – С. 204-215.

Салмов В.З., Гошева Т.Д., Ильина Н.И., Вшивцев А.С. О результатах мечения нерестовых м мигрантов семги в бассейне Белого моря в 1981 году // Повышение продукт. и рац., использов …. / Мат. Первого координ. совещ. – Л. – 1982. – С. 126-128.

Смирнов А.Г. Исследования биологии и промысла семги в реках восточной части Терского берега и на Мурмане в 1932 и 1933 гг. – Изв. ВНИОРХ. – 1935. – Т. 20. – С. 114-186.

Ушаков И.Ф. Кольская земля. – Мурманское книжное изд-во. – 1972. – 672 с.

Alexeev M. Ju., Prusov S.V. Estimates of Conservation Limits for Atlantic Salmon Females for Four Russian Rivers.// ICES CM 1998/DD:1. – 1998. – 4 pp.

Zippin C. The removal method of population estimation // J. of Wildlife Management. – 1958. – V. 22, N. 1. – P. 82–90.

ABSTRACT. The article represents causes of negative trends in dynamics of Atlantic salmon population, inhabiting the Varzuga River. A brief retrospective analysis of fisheries, interannual changes of the spawning stock and distribution density of juvenile fish on the spawning grounds is given. With the use of simulation models, the actual fishing pressure on the salmon population in the Varzuga is defined. The main causes of depression of the salmon population are the increased pressure of illegal fishing and the absence of efficient conservation actions. A range of administrative and legal measures to prevent further salmon population fall in the Varzuga is suggested.

РАЗМЕРНО-ВЕСОВОЙ И ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ УЛОВОВ БЕЛОГЛАЗКИ *ABRAMIS SAPA* PALLAS, 1814 В НИЖНЕЙ ЧАСТИ СВИЯЖСКОГО ЗАЛИВА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЗА 2013-2014 гг.

Т.В. Андреева, В.В. Кузнецов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, kaf_zoology@mail.ru

Белоглазка Abramis sapa (Pallas) являлась обычным видом реки Волги и ее притоков. Она была важной составляющей промысловых уловов. После создания Куйбышевского водохранилища, белоглазка стала немногочисленным видом, что было подтверждено исследованиями сотрудников кафедры зоологии позвоночных КГУ в верхней и нижней частях Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в 80-х годах прошлого столетия (Кузнецов, 1986; Григорьев, Борникова, 1989).

Результаты исследований, проведенных в летне-осенний период 2013-2014 гг. сотрудниками кафедры зоологии и общей биологии КФУ в нижней части Свияжского залива Куйбышевского водохранилища, также показали невысокую численность белоглазки в сетных уловах. О перспективах состояния водохранилищной популяции белоглазки можно судить по отсутствию ее молоди в мальковой волокуши в 2013-2014 гг. Молодь белоглазки была отмечена за этот период лишь в единичном экземпляре в 2013 году.

Отлов рыбы осуществлялся с помощью ставных сетей с размером ячеи 24, 30, 36, 40, 45, 50, 55, 60 мм. Для изучения состояния популяций рыб в районе исследования были использованы общепринятые методики (Чугунова, 1959; Правдин, 1965).

За период наблюдения было поймано 74 экземпляра рыб, из них 46 экземпляров в 2013 году и 27 экземпляров в 2014 году.

Размер тела белоглазки, за период наблюдений 2013 года, колебался от 16,5 до 25,0 см. У самок длина изменялась от 18 до 25 см, у самцов от 16,5 до 22 см.

В 2014 году размеры белоглазки, как самок, так и самцов были меньше и колебались в пределах от 16,5 до 23 см у самок и от 16,0 до 20,5 см у самцов.

Средний размер белоглазки в уловах 2013 года составил 20,08±0,28 см, стандартное отклонение 1,92 см. Средний размер самки равнялся 20,6±0,36 см, самцов 19,3±0,40 см, стандартное отклонение длины тела равнялось 1,87 и 1,72 соответственно. Разница в размерах между самцами и самками достоверна для уровня значимости 0,05.

Среднее значение длины тела белоглазки в уловах 2014 года было ниже, чем в 2013 году и составляло 19,5±0,37 см, стандартное отклонение 1,94 см. Средний размер самок не отличался от показателей 2013 года и составлял 20,67±0,5 см. Средний размер самцов составлял 18,46±0,41 см, что ниже по сравнению с предыдущим годом. Стандартное отклонение длины тела самцов составляло 1,44,

а самок 1,94. Разница в размерах между самцами и самками достоверна для уровня значимости 0,05**.**

Вариационный ряд распределения размерного состава уловов белоглазки, за 2013 год, представлен в таблице 1, а за 2014 год в таблице 2.

Наибольшее количество особей белоглазки (табл. 1) в 2013 г. относилось к размерным группам: 18,0-20,0 см (45,6%) и 20,0-22,0 см (26,1%). При анализе размерного состава по полу у самцов к данным размерным группам добавляется дополнительная 16,0-18,0 см (26,3%), демонстрируя их более мелкие размеры в уловах 2013 года.

Таблица 1 **- Размер белоглазки в нижней части Свияжского залива Куйбышевского водохранилища в 2013 г.**

Пол	Длина тела, см					n
	16,0-18,0	18,0-20,0	20,0-22,0	22,0-24,0	24,0-26,0	
♀, %	3,7	44,4	26,0	18,5	7,4	27
♂,%	26,3	47,4	26,3			19
♀♂, %	13,0	45,6	26,1	11,0	4,3	46

Наибольшие количество особей белоглазки (табл. 2) в 2014 г. относилось к размерным группам: 20,0-22,0 (40,7%), 16,0-18,0 см (25,9%) и 18,0-20,0 см (25,9%). Анализ размерного состава по полу показал, что большая часть самок была крупнее самцов. Среди самок превалировали особи с размерами от 20 до 22 см, а среди самцов – с размерами от 18 до 20 см.

Таблица 2 **- Размер белоглазки в нижней части Свияжского залива Куйбышевского водохранилища в 2014 г.**

Пол	Длина тела, см					n
	14,0-16,0	16,0-18,0	18,0-20,0	20,0-22,0	22,0-24,0	
♀, %		20	13,3	60	6,7	15
♂,%	8,3	33,3	41,7	16,7		12
♀♂, %	3,7	25,9	25,9	40,7	3,7	27

По данным более ранних исследований средние размеры белоглазки в 1986 г. составляли 20,6±0,14 см, а в 1987 г. 20,1±0,18 см (Григорьев, Борникова, 1989). Сравнение средних показателей длины тела за период 2013-2014гг показало, что достоверные различия в размерах наблюдаются только с показателями 1986 года с соответственно уровнем значимости 0,05 (2013 г.) и 0,01 (2014 г.).

Вес белоглазки за период 2013 года колебался от 85,0 до 290,0 г. Средний вес составил 159,78±6,22 г, стандартное отклонение 42,2 г, причем вес самок равнялся 173,51±8,27 г, самцов 140,26±7,59 г, стандартное отклонение равнялось 43,0 и 33,1 соответственно. Разница веса тела между самками и самцами белоглазки достоверна для уровня значимости 0,05.

Вариационный ряд распределения весового состава уловов белоглазки за 2013 год представлен в таблице 3.

Наибольшие количество особей белоглазки (табл. 3) нижней части Свияжского залива в 2013 г. относилось к весовым группам: 130,0-180,0 г (59,2%) и 180,0-230,0 г (26,0%) у самок, и 80,0-130,0 (31,6%) и 13,00-180,0 (57,9%) у самцов.

Таблица 3 **- Вес белоглазки, выловленной в нижней части Свияжского залива Куйбышевского водохранилища в 2013 г.**

Пол	**Вес, г**					**n**
	80,0-130,0	**130,0-180,0**	**180,0-230,0**	**230,0-280,0**	**280,0-33,0**	
♀, %	7,4	59,2	26,0	3,7	3,7	27
♂,%	31,6	57,9	10,5			19
♀♂, %	17,4	58,6	19,6	2,2	2,2	46

Вес белоглазки за период 2014 года колебался от 80,0 до 260,0 г. Средний вес рыб составлял 154,6±10,4 г. стандартное отклонение 54,8 г. Вес самок равнялся 182,7±13,9 г, самцов 122,3±9,96 г, стандартное отклонение веса тела равнялось 53,7 и 35,9 соответственно. Разница веса тела между самками и самцами белоглазки достоверна для уровня значимости 0,05.

Вариационный ряд распределения весового состава уловов белоглазки, за 2014 год, представлен в таблице 4.

Таблица 4 **- Вес белоглазки, выловленной в нижней части Свияжского залива Куйбышевского водохранилища в 2014 г.**

Пол	**Вес, г**					**n**
	30,0-80,0	**80,0-130,0**	**130,0-180,0**	**180,0-230,0**	**230,0-280,0**	
♀, %	-	26,7	6,7	46,6	20,0	15
♂,%	8,3	50,0	33,4	8,3		12
♀♂, %	3,7	37,0	18,5	29,7	11,1	27

Наибольшие количество особей белоглазки (табл. 4) в 2014 г. относилось к двум весовым группам: 80-130 г (37,0%) и 180-230 г (29,7%). По весовым показателям самки в основном были представлены особями от 180,0 до 230 г (46,6%) и от 80,0 до 130,0 г (26,7%), самцы относились к весовой группе 80,0-130,0 г (50,0%) и 130,0-180,0 г (33,4%).

Сравнительный анализ массы тела белоглазки по годам наблюдений показал, что в 2014 году основная группа рыб по сравнению с 2013 годом имела больший вес. Однако, следует отметить увеличение значимости более мелкой весовой группы белоглазки в 2014 году (80,0-130,0 г). Средний вес белоглазки в 1986-1987 гг. был меньше, по сравнению с нашими данными для уровня значимости 0,05. Средний вес белоглазки в 2013 и 2014 годах практически не отличался, в то время как вес самцов и самок достоверно различался для уровня значимости 0,05.

Возрастная структура белоглазки в период 2013-2014 гг. была представлена особями от 2 до 6 лет. В 2013 году в уловах были особи белоглазки, имеющие возраст от 3 до 6 лет. Преобладающей группой в уловах 2013 года были особи 4-х лет (63,0 %), в равных доля были отмечены особи 3 и 5 лет (15,2 %). Доля 6-ти леток составила 6,6 %. В уловах возраст самок колебался от 3 до 6 лет, самцов от 3 до 5. Преобладающими возрастными группами у самок и самцов были 4-х летки.

В 2014 году в уловах были особи, возраст которых был от 2 до 5 лет. Основная масса рыб имела возраст 4 года (39,2%), в равных долях были представлены особи, имеющие возраст 3 и 5 лет (по 28,6%). Доля 2-х леток составляла 3,6%. Самки были более старших возрастных групп (от 3 до 5 лет) по сравнению с самцами (от 2 до 4 лет). Основная группа самок белоглазки имела возраст 5 лет, а самцов – 4 года.

Сравнение возрастной структуры белоглазки с данными за более ранние исследования показало, что в настоящее время этот вид представлен более молодыми возрастными группами (таб. 5).

Половая структура популяции белоглазки в 2013 и 2014 годах была представлена с преобладанием самок.

Таким образом, сравнительный анализ сетных уловов белоглазки 2013–2014 годов показал, что данный вид в нижней части Свияжского залива Куйбышевского водохранилища отличался по размерно-весовым и возрастным показателям. Биологические показатели белоглазки снизились по сравнению с периодом 1986-1987 гг.

Таблица 5 - **Возрастной состав белоглазки в Свияжском заливе Куйбышевского водохранилища**

Годы наблюдения и поколения	Возраст								N	Авторы
	2	3	4	5	6	7	8	9 и ст.		
1961 поколения	-	-	58,4 1957	39,7 1956	1,9 1955	-	-	-	156	В.А.Кузнецов, 1986
1963 поколения	-	5,6 1960	16,6 1959	44,6 1958	16,6 1957	16,6 1956	-	-	18	- // -
1966 поколение	-	60,0 1963	22,5 1962	15,0 1961	2,5 1960	-	-	-	40	- // -
1969 поколение	2,3 1967	29,0 1966	42,6 1965	20,2 1964	5,4 1963	- 1962	0,5 1961	-	211	- // -
1973 поколение	7,1 1971	80,4 1970	3,6 1969	7,1 1968	1,8 1967	-	-	-	56	- // -
1975 поколение	-	9,1 1972	31,8 1971	52,2 1970	4,5 1969	2,4 1968	-	-	88	- // -
1976 поколение	-	-	53,3 1972	38,5 1971	8,2 1970	-	-	-	195	- // -
1986 поколение	-	-	1,7 1982	45,9 1981	42,6 1980	9,8 1979	-	-	122	В.Н.Григорьев, И.Н.Борникова, 1989
1987 поколение	-	-	-	7,5 1982	40,1 1981	42,1 1980	9,3 1979	1,0 1978	107	В.Н.Григорьев, И.Н.Борникова, 1989
2013 поколение	-	15,2 2010	63,0 2009	15,2 2008	6,6 2007	-	-	-	46	Наши данные
2014 поколение	3,6 2012	28,6 2011	39,2 2010	28,6 2009	-	-	-	-	28	Наши данные

Литература

Григорьев В.Н., Бортникова И.Н. Белоглазка // Изучение основных компонентов водной экосистемы верхней части Куйбышевского водохранилища / Казан. гос. ун-т; [под ред. В.А.Кузнецова]. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1989. – С. 121 -125.

Кузнецов В.А. Белоглазка, густера // Экологические особенности рыб и кормовых животных Куйбышевского водохранилища / Казан. гос. ун-т; [под ред.А.В. Лукина]. Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1986. – С. 86 -91.

Лакин Г.Ф. Биометрия: уч. пособ. для биол. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1990. – 352.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Изд-во «Пищ. пром-ть». 1966. – 376 с.

Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста рыб: М.: Изд-во АН СССР. 1959. – 164 с.

ABSTRACT. White-eyed fishes catching with fishing net analysis was conducted at the lower part of Sviyazhsk Bay of the Kuibyshev reservoir during 2013-2014 years. Study indicated length-weight and age composition of this species in the student years. White-eyed fishes sex structure considered, as well as differences in male and females parameters. Comparative analysis of white-eyed fishes catching with fishing net for current and periods years differences in length-weight, age parameters and downwards biological parameters of the species.

ПАРАЗИТАРНАЯ ИНВАЗИРОВАННОСТЬ РЫБ В РАЗЛИЧНЫХ ВОДОЕМАХ РОССИИ

О.К. Анохина[1], Р.К. Ахтямова[1], Л.К. Говоркова[2]

[1]Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ, Казань, nanohin@mail.ru
[2]Казанский государственный энергетический университет, Казань

В свое время рыболовство являлось одной из наиболее динамично развивающихся отраслей народного хозяйства страны. По объему добычи рыбы Россия была одним из основных лидеров мирового рыболовства (наряду с Японией и Перу). Так, к середине 1980-х годов ежегодное среднедушевое потребление рыбных продуктов достигало 22 кг - уровня, близкого к рекомендованному медицинской наукой, но с начала 1990-х годов произошла значительная дезинтеграция рыбохозяйственного комплекса и объемы вылова существенно сократились.

На сегодняшний день рыбное хозяйство играет большую роль в продовольственном секторе нашей страны, составляя по удельному весу в общих объемах производимой товарной продукции около 11%, в основных фондах – 17%, в численности занятого персонала – 15%. В некоторых приморских субъектах Российской Федерации (Камчатская, Мурманская, Калининградская и Астраханская области, Приморский край) рыбная промышленность играет основополагающую роль в продовольственном комплексе (Френдриков, 2008).

Такой многоотраслевой комплекс располагает мощной материально-технической базой, включающей флот, береговые производства, предназначенные для переработки и хранения рыбопродукции, производственную инфраструктуру, обеспечивающую портовое и судоремонтное обслуживание флота, судостроение и машиностроение, производство тары и орудий промысла. Например, по состоянию на 2006 г. в России зарегистрировано около 5,5 тысяч организаций рыбохозяйственной направленности, в которых было занято около 360 тысяч человек. Большая часть предприятий, учреждений, различных ассоциаций и союзов, обществ и товариществ, фермерских хозяйств и других предпринимателей входят в систему Росрыболовства. Стоит отметить, что подавляющая часть организаций рыбохозяйственного комплекса представлена предприятиями, осуществляющими добычу и обработку гидробионтов.

Большая часть существующих в России организаций зарегистрирована на Дальнем Востоке, затем следует Северный рыбопромысловый бассейн, Западный, Южный, Каспийский и т.д. Распределение производства рыбной продукции по округам и субъектам федерации России следующее: на предприятия Дальнего Востока приходится около 60% выпускаемой рыбной продукции; Севера - 20%; Калининградской области - более 12%; Санкт-Петербурга и Ленинградской области - около 3%; Каспийского бассейна - менее 2% и Южного бассейна - 1,5%. Среди дальневосточных субъектов федерации лидирующие позиции занимает

Приморский край, производящий более 30% от всей рыбопродукции федерального округа, (http://www.npacific.ru).

Рыбоводство также является одной из значимых составляющих рыбохозяйственного комплекса. Современные формы ведения прудового рыбоводства предусматривают уплотненные посадки рыб в пруды, что обуславливает тесный контакт выращиваемых рыб, а, следовательно, и благоприятные условия для распространения различных болезней. При этом большой удельный вес продолжают занимать инвазионные заболевания. Распространенность их составляет 66% от общего числа неблагополучных хозяйств, в том числе ботриоцефалез - 42%, филометроидоз - 11%, воспаление плавательного пузыря - 11%. Например, в рыбоводных хозяйствах зоны Северного Кавказа часто отмечаются вспышки паразитарных и инфекционных заболеваний, которые являются существенным фактором, снижающим продуктивность прудов рыбоводных хозяйств. В водоемах Краснодарского края проведён анализ паразитофауны веслоноса (Polyodonspathula), акклиматизируемого объекта прудового рыбоводства, завезённого из США. Паразитофауна его в этих прудовых хозяйствах представлена тремя видами паразитов: *Ichthyophtirius multifiliis, Dactylogyrys wastator и Gyrodactylus cyprini*. Основным источником и резервуаром заражения веслоноса данными видами паразитов является так называемая «сорная» рыба - краснопёрка, лещ, уклея. Выявлено, что наиболее опасный паразит для веслоноса – круглоресничная инфузория *I. multifiliis*, вызывающая гибель до 10% молоди рыб (Френдриков, 2008).

По данным ветеринарной отчетности по состоянию на начало 2005 года, в Российской Федерации на ветеринарном учете состоит 1024 рыбоводных предприятия различных форм собственности и 60000 рыбопромысловых водоемов (рек, озер, водохранилищ) общей площадью около 25 млн. га. Их анализ показал, что в настоящее время наибольший удельный вес имеют такие заболевания рыб, как: ботриоцефалез (20,58%), дифиллоботриоз (16,22%), описторхоз (15,59%) и лигулез (13,93%). Далее в порядке убывания, располагаются следующие заболевания: аэромоноз (8,11%), кавиоз (7,9%), филометроидоз (6,44%), фурункулез (3,95%) и некоторые другие (Френдриков, 2008).

У рыб часто отмечается одновременное паразитирование нескольких видов возбудителей, что обнаружено и нашими исследованиями, проводимыми на Куйбышевском водохранилище. Данный факт подтверждается в сообщениях многих исследователей. Так например, ими отмечено, что в водоемах Калининградской области, где эколого-экологические исследования проводились с 1982 года, изучена паразитофауна 17 видов рыб, обнаружено 93 вида паразитов. Из них простейших 29 видов, моногеней 23, цестод 8, трематод 13, нематод 8, скребней 6, раков 4, пиявок один вид и один вид моллюсков. Основу паразитофауны рыб составляют представители бореально-равнинного фаунистического комплекса. Другие фаунистические комплексы представлены единичными видами. При исследовании 10 видов рыб на Нурекском водохранилище зарегистрировано 38 видов паразитов. Наиболее значимыми по видовому составу, частоте встречаемости и индексу обилия оказались следующие группы: миксоспоридии (12), моногеней (11), нематоды (4),

цестоды (4), трематоды (3), скребни (2), инфузории (2). Среди обнаруженных видов имеются потенциально патогенные. Особую опасность представляют *Ligula intestinalis и Digramma interrupta.* При искусственном выращивании осетровых рыб в Икрянинском осетровом заводе из инфекционных заболеваний отмечен сапролегниоз. Из инвазионных заболеваний обнаружено 10 видов паразитов, в основном с прямым циклом развития: жгутиконосцы, инфузории, рачки, пиявки. Из незаразных наиболее опасной была газопузырьковая болезнь. На территории Тверской области у рыб обнаружены различные гельминты: метацеркарии *Diplostomum sp. и Paracoenogonimus ovatus*, гиродактилюсы, дактирогирусы, лигулы, кавии. У семи видов рыб на реке Белой обнаружено 24 вида гельминтов, принадлежащих к классам *Monogenea(4), Cestoda (2), Trematoda (8), Nematoda (10).* Экстенсивность инвазии составляет в среднем 71%. Среди компонентов паразитоценоза доминируют трематоды *Rhipidocotyle campanula* (Френдриков, 2008).

В водоемах Костромской области у рыб обнаружены преимущественно многокомпонентные паразитоценозы: трематоды + цестоды + нематоды + акантоцефалы + писциколы + миксоспоридий + ракообразные. Моноинвазии и отдельные виды (паразитирование какого-либо одного вида гельминтов, простейших или ракообразных) отмечаются крайне редко.

На Горьковском водохранилище выявили наиболее устойчивых паразитов леща в различных участках водоема, где были установлены более высокие показатели интенсивности зараженности при смешанных паразитарных болезнях рыб, чем при какой-либо одной форме. Наиболее часто регистрируются следующие ассоциации паразитических организмов: миксоспоридий + диплостомы + тетракотилиды - 24%, диплостомы + миксоспоридий + тетракотилиды + лернеоподиды - 22%, лигулы + диплостомы- 12%, диплостомы + писциколы + эргазилы - 13%. Паразитоценозы характеризуются снижением упитанности, замедлением темпов роста и развития рыб, тяжелыми формами патологических процессов в жабрах, наружных покровах и внутренних органах.

Со времени заполнения Куйбышевского водохранилища (1957 г.) прошло много лет. За эти годы проведено большое количество наблюдений над формированием и развитием ихтиофауны Куйбышевского водохранилища.

Паразитофауна рыб Волги до образования Куйбышевского водохранилища исследовалась многими специалистами. В результате зарегулирования стока реки Волга и образования Куйбышевского водохранилища, начались и продолжаются до сих пор исследования в данной области уже вновь созданного водоема. При исследовании различных видов рыб: лещ, сазан, стерлядь, щука, синец, красноперка, плотва, язь, жерех, уклейка, густера, белоглазка, чехонь, карась, сом, налим, судак, берш, окунь было идентифицировано 170 видов паразитов (Куйбышевское водохранилище, 1983).

Отметим, что распределение паразитов у различных видов рыб по отдельным участкам водохранилища неравномерно. Одни паразиты встречаются единично, другие имеют такой цикл развития, при котором значительное время года рыбы остаются незараженными. Наряду с этим имеются паразиты, которые вызывают серьезные заболевания рыб и человека, и имеют важное

эпидемиологическое значение. В Куйбышевском водохранилище за последние 50 лет наиболее распространенными были заболевания дифиллоботриоз, описторхоз, лигулез (Калайда, 2011).

Изменения в составе паразитофауны рыб происходят как в результате прямого влияния меняющихся условий обитания, так и из-за косвенного их влияния через изменение плотности популяции видов, являющихся промежуточными и окончательными хозяевами паразитов. К таким условиям на водоеме, прежде всего, относятся наличие мелководных зон, скорость течения, температура воды, характер грунта. Чаще всего наибольшее эпидемиологическое значение имеют стоячие и малопроточные участки водоемов.

Результаты исследования паразитарной инвазированности особей рыб, относящихся к 10 видам, представляющим семейство карповых (лещ, густера, плотва, синец, язь, белоглазка, чехонь), а также другие семейства (стерлядь, берш, судак) Куйбышевского водохранилища приведены в таблице 1 (Калайда, 2011).

Таблица 1 - **Характеристика паразитарной инвазированности рыб Куйбышевского водохранилища**

Виды рыб	**Количество исследованных рыб, экз.**	**Вид паразита**	**Инвазировано**	
			ед.	**%**
Густера	24	*Paracoenogonimus ovatus*	16	66,7
	23	*Ligula intestinalis*	20	86,9
Плотва	16	*Paracoenogonimus ovatus*	16	100,0
Лещ	131	*Paracoenogonimus ovatus*	45	35,0
Чехонь	62	-	0	0
Синец	40	*Paracoenogonimu sovatus*	28	70,0
Белоглазка	98	*Paracoenogonimu sovatus*	0	0
		Opisthorchis felineus	98	100,0
Судак	14	-	0	0
Берш	26	*Paracoenogonimu sovatus*	13	50,0
Язь	28	*Paracoenogonimus ovatus*	8	28,6
Стерлядь	42	-	0	0

Обращает на себя внимание достаточно высокая степень инвазированности рыб Куйбышевского водохранилища личинками Paracoenogoninuus ovatus. Данный паразит был встречен как в особях представителях семейства карповых, так и в мышечной ткани берша.

Наибольшая степень зараженности личинками паразитов обнаружена у представителей видов, относящихся к семейству карповых.

Большой интерес представляет поражение каждой из исследованных особей белоглазки личинками паразита Opisthorchis felineus. Ежегодно регистрируются случаи заболевания. Максимальное количество заболевших людей описторхозом отмечалось в Зеленодольском и Мамадышском районах.

Зараженность рыбы Ligula intestinalis представлена единичными случаями. Вместе с этим, ежегодно в районах Черемшанского и Сусканского заливов вылавливается достаточно большое количество рыбы семейства карповых, в частности густера и лещ, зараженных Ligula intestinalis (20-30%).

В 2015 г. в Куйбышевском водохранилище нами вновь осуществлялись научно-исследовательские работы. Сразу отметим, что паразитов, представляющих большую опасность здоровью человека, обнаружено не было. В то же время отмечено присутствие таких паразитических организмов, как гельминты. В исследованиях последнего года обнаружены все группы гельминтов – плоские черви, круглые черви, скребни и кольчатые черви.

При осмотре такого вида как сазан длиной от 34 до 41 см, навеской от 765 до 1487 г, в чешуйных карманах у 30% особей обнаружены самки нематоды *Philometroides luziana*, по 1-2 шт. на экземпляр.

При осмотре леща длиной от 30 до 35 см и навеской от 603 до 813 г. в чешуйных карманах в области брюшной части у 18% исследованных особей также обнаружены самки филометры. Отметим, что при сильном заражении у рыб теряется товарный вид за счет покраснений, припухлостей и язв на поверхности тела, а также отметим, что из-за нарушений целостности плавательного пузыря такие особи плавают на боку, головой вниз и не питаются.

Путем микроскопического исследования хрусталиков глаз таких видов, как сазан, лещ, судак, синец, густера, плотва были обнаружены метацеркарии трематод рода *Diplostomum* семейства *Diplostomatidae*. В хрусталике глаз у лещей количество метацеркарий составляет от 1 до 9 шт., у сазана – 1-2 шт, судака – 1-2 шт., синца – 1-5 шт., густеры – 1-6 шт., плотвы – 1-12 шт. Острое течение диплостомоза характерно в первую очередь для молоди рыб. Исследованная рыба была более старших возрастов, и было отмечено, что данное течение болезни при слабой интенсивности инвазии являлось хроническим состоянием. Практически все особи, отобранные для анализа, были поражены данным паразитом.

При осмотре водных биоресурсов у 60% густеры и 20% плотвы обнаружена локальная пигментация и небольшие черные бугорки на поверхности тела и плавниках до 7 шт. на экземпляр. При микроскопии данных мест были обнаружены метацеркарии, вызывающие постодиплостомоз. Возбудителем постодиплостомоза является метацеркарий дегенетического сосальщика *Posthodiplostomum cuticola* из семейства *Diplostomatidae*. И вновь отметим, что такие многочисленные черные пятна на теле портят товарный вид рыбы.

При вскрытии водных биоресурсов в кишечнике леща был обнаружен гвоздичник Cariophyllaeus laticeps в количестве 3 экземпляров. Однако, данная цестода была обнаружена всего лишь единожды в летних исследованиях водных биоресурсов.

Ежегодно у трети леща регистрируются пиявки. Не были исключением и исследования 2015 года. У обследованных разновозрастных групп леща были обнаружены пиявки (до 10 штук в ротовой полости и единичные экземпляры на поверхности тела и жабрах). Также на леще обнаружены отдельные экземпляры

паразитических веслоногих ракообразных семейства лернеоподид. Также у леща и густеры были обнаружены плероцеркоиды цестоды *Ligula intestinalis*.

В весенний и летний период в полости тела исследованных особей сазана были обнаружены скребни в инцистированном состоянии в малом количестве. Осенью 2015 года при вскрытии особей сазана средней навеской 1520 г были обнаружены скребни *Pomphorhynchus laevis* у 50% экземпляров. Паразиты, закрепившиеся хоботком в печени и кишечнике, свисали в полость тела в количестве 2-6 экземпляров, а также рядом находились цисты до 8 штук на 1 экз. Данные скребни паразитируют в кишечнике пресноводных рыб, особенно сильно могут быть еще заражены такие виды как язь, голавль, елец. В теле рыб, как правило, данный паразит половой зрелости не достигает. Таких рыб можно отнести к резервуарным хозяевам. Так хищная рыба приобретает паразита, заглатывая мелкую рыбу. Первый промежуточный хозяин – это различные бокоплавы, в том числе *Revulogammarus pulex* и *Gammarus lacustris* и др. Отметим, что в литературе имеется информация о сильном заражении сазана в ряде водоемов, где экстенсивность заражения достигает 100% при интенсивности до 64 экземпляров на рыбу. Скребень, внедряясь хоботком в печень сазана, вызывает не только местные повреждения, но и глубокие физиологические изменения в организме хозяина.

Весной 2016 года данные исследования были продолжены, и уже в первых отобранных пробах у сазана были зарегистрированы те же паразиты, что и в предыдущих исследованиях. В настоящее время исследования продолжаются. Стоит отметить, что расширение исследований в данном направлении, является достаточно значимым и важно осуществлять регулярный контроль за паразитами, которые вызывают заболевания не только у рыб, но и возможны у человека.

Литература

Калайда М.Л., Говоркова Л.К. Оценка эпизоотического состояния водоемов как важная задача развития аквакультуры Республики Татарстан//Проблемы иммунологии, патологии и охраны рыб. М.:Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. 346 с.

Куйбышевское водохранилище. Л.: Наука, 1983. 214 с.

Маркевич С.В. Проблемы паразитологии. Киев: Наукова думка, 1967. Т.1, 2. 318 с.

Френдриков П.В. Паразитарные болезни растительноядных и акклиматизируемых рыб в прудовых хозяйствах Краснодарского края (паразитофауна, эпизоотология, патогенез и профилактика)//Автореф. канд. дисс. Иваново, 2008. 167 с.

http://www.npacific.ru/np/library/publikacii/makoedov

ABSTRACT. Fish industry is enough fastest growing sector of the food industry in the world. The efficiency of working in the fish farms largely depends on the state of their epizootic. Losses of the fish death caused by parasites are very considerable. It is important to carry out regular monitoring of the pathogens that cause diseases, not only in fishes, but also possible in humans.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

О.К. Анохина[1], В.И. Говорков[1], М.А. Горшков[1], Д.Р. Ахметзянов[1], Л.К. Говоркова[2]

[1]Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Казань

[2]Казанский государственный энергетический университет, Казань

nanohin@mail.ru

Куйбышевское водохранилище является одним из крупнейших искусственных водоемов Европы. Конфигурация водохранилища отличается сложностью благодаря наличию большого количества притоков, в том числе таких крупных, как Кама, Вятка, Большой Черемшан, Свияга и др. Водоем имеет большую протяженность, которая составляет более 500 км и расположен на территории трех республик и двух областей. Из них на долю по площадям приходится: Республика Татарстан – 50,7%, Ульяновская область – 30,9%, Самарская область – 14,7%, Республика Марий Эл – 1,4%, Республика Чувашия – 2,3%.

Объектом исследований явились основные промысловые виды рыб Куйбышевского водохранилища. Видовой состав ихтиофауны и анализ состояния промысловых видов рыб Куйбышевского водохранилища проводился на основании собранного материала сотрудниками Татарского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ» и данных промысловой статистики. Сбор материала производится ежегодно в весенний, летний и осенний периоды в различных участках водоема.

Целью настоящей работы является анализ современного состояния ихтиофауны Куйбышевского водохранилища, определение состояния и рациональное использование промысловых запасов водных биоресурсов.

С образованием Куйбышевского водохранилища изменилась ихтиофауна водоема. Со временем численность рыб, приспособленных к размножению на течении, достаточно сильно сократилась (стерлядь, голавль, подуст и другие). Произошло почти полное исчезновение некоторых ценных промысловых видов (севрюги, белуги, осетра и т.д.). В тоже время образование водоема привело к проникновению новых видов (тюлька, бычок-кругляк, головешка-ротан и другие).

Рыбы, которые достаточно быстро приспособились к новым условиям, и смогли обеспечить дальнейшее пополнение своего стада, и сейчас являются основными представителями ихтиофауны Куйбышевского водохранилища (лещ, густера, плотва, чехонь, синец, карась, белоглазка, сазан, судак, берш, окунь, сом, щука и др.), (Анохина, 2010).

В годы создания водоема наблюдались высокие уловы рыбы, в последующие периоды вылов снизился. На уменьшение добычи водных биоресурсов влияли различные причины. При этом отметим, что в 1988 и 1989 годах

общие уловы на Куйбышевском водохранилище составили 5733,9 т и 5990,8 т соответственно. В 1994 г. вылов составил - 2619,7 т, а наименьший показатель был зафиксирован в 2004 году, составивший 1943,7 т. Начиная с 2005 года, уровень добычи рыбы постепенно поднимался, в 2010 г. вылов составил 3093,5 т, а в последние три года находится в пределах 3380-4200 т (рис. 1, 2).

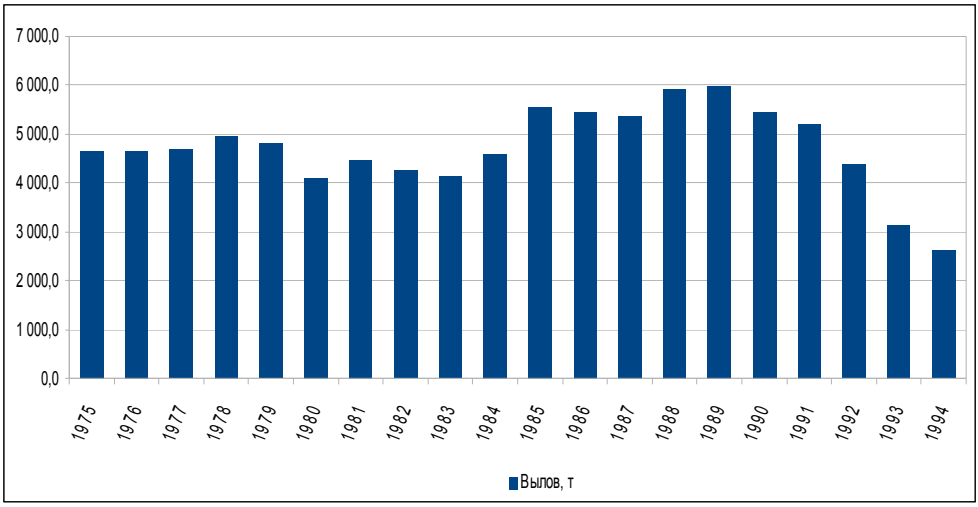


Рисунок 1 – **Вылов водных биоресурсов в Куйбышевском водохранилище, 1975-1994 гг.**

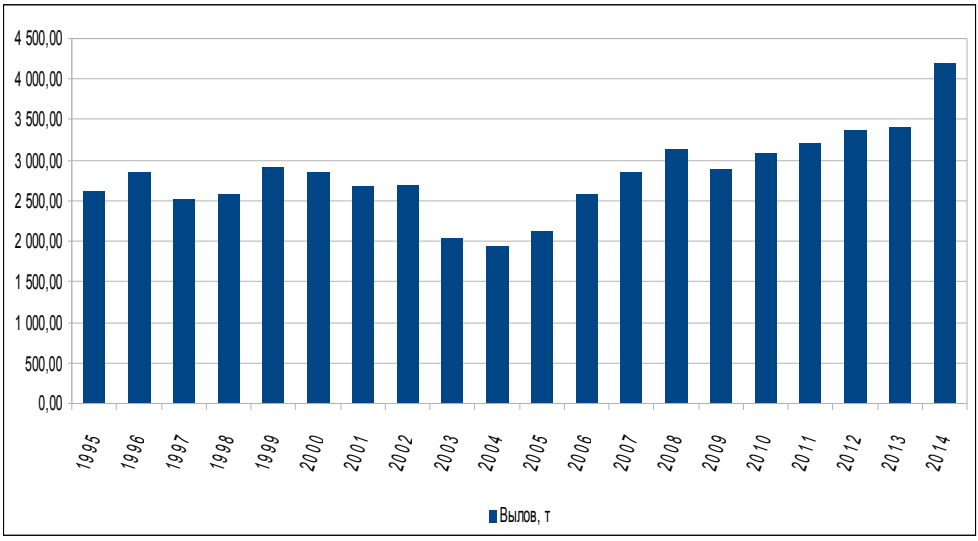


Рисунок 2 - **Вылов водных биоресурсов в Куйбышевском водохранилище, 1995-2014 гг.**

Общий улов рыбы в Куйбышевском водохранилище в 2015 году составил 3380,5 т, что меньше прошлогоднего на 816,3 т. При этом, все также наиболее многочисленными видами ВБР в водоеме остаются лещ - вылов, которого в 2015 году составил 1003,1 т, это 29,7% от общего вылова, густера - 545,2 т (16,2%), синец – 405,5 т (12,0%), плотва – 374,0 т (11,1%), судак – 185,0 т (5,5%). Значительную часть улова на водоеме занимают также такие виды как чехонь – 4,8%, окунь – 5,0%, карась – 4,0%, берш – 2,8%, сазан – 2% (табл. 1). Если ежегодно складываются подобные условия воспроизводства из года в год, то данные виды ВБР имеют достаточно высокую численность и почти всегда составляют основу промысла на Куйбышевском водохранилище.

Таблица 1 – **Вылов водных биоресурсов в Куйбышевском водохранилище, т**

Виды рыб	**Год**		
	2013	**2014**	**2015**
Лещ	818,4	994,6	1003,1
Судак	204,6	225,9	185,0
Щука	6,0	4,7	13,5
Сом	8,2	7,8	6,7
Сазан	47,2	51,5	53,9
Жерех	23,9	25,2	18,2
Толстолобик	1,9	3,3	1,5
Берш	149,3	129,3	94,7
Стерлядь	0,1	0,9	0,7
Налим	17,2	13,2	10,0
Синец	406,9	602,7	405,5
Плотва	352,7	501,7	374,0
Густера	673,9	722,6	545,2
Белоглазка	18,9	18,9	12,5
Чехонь	200,1	214,5	160,6
Язь	25,9	15,0	17,1
Тюлька	109,1	123,0	72,3
Окунь	138,7	213,3	166,9
Карась	140,6	187,6	136,0
Уклейка	69,0	141,1	103,1
Всего	**3412,7**	**4196,8**	**3380,5**

В период существования Куйбышевского водохранилища в воспроизводстве рыбных запасов наблюдались различные годы по его эффективности. Были периоды с неудовлетворительными условиями размножения водных биоресурсов – это, как правило, маловодные годы, а были годы, когда воспроизводство практически всех

видов было эффективным и наблюдалось стабильное пополнение их промысловых запасов. Хотя и в это время были некоторые виды (сазан, щука), у которых эффективность воспроизводства была хорошей далеко не ежегодно, а только в несколько лет один раз, что и давало заметную разницу пополнения их запасов, что впоследствии сказывалось на стабильности уловов этих видов.

Например, самые высокие уловы сазана в Куйбышевском водохранилище были в 1987 г. - 245,4 т; в 1988 г. – 175 т; в 1992 г. – 220,8 т, а самые низкие зарегистрированы в 1976 и 1982 годах, когда вылов его составил порядка 8-10 тонн. В последние годы уловы сазана по водоему составляют 50-60 т в год. У щуки колебания показателей также достаточно значительны. В 80 годы XX века вылов ее достигал 200-240 т, а в нынешнем веке составляет иногда лишь 10-40 т.

Стерлядь – еще один вид, который также испытывает достаточно сильные затруднения в воспроизводстве на водоеме. В различные периоды времени одними из основных факторов, влияющими на ее воспроизводство явились разрушение и уничтожение естественных нерестилищ, достаточно сильно усилившийся вылов особей любых размеров, в том числе 25-30 см. В восьмидесятые годы предыдущего столетия, например, численность стерляди, была достаточно высокой и допускалось изымать из водоема высокие объемы (30-60 т в год), однако уже в этот период наметившиеся ухудшение условий ее воспроизводства были немного заметны. С быстрым увеличением изъятия из Камского и Волжского плесов песка и гравия сильно разрушались нерестилища, и практически бесконтрольный вылов привел к достаточно быстрому уменьшению ее запасов, (Гончаренко, 2010). В настоящее время на Куйбышевском водохранилище допустимый улов стерляди составляет только 8 т. При этом считаем, что процесс уменьшения запаса прекратился, однако стоит очень бережно относиться к данному виду ВБР, внимательно контролировать данной ситуацию. И при этом отметим, что сейчас на водоеме проводятся различные мероприятия по поддержанию и восстановлению ее численности.

На Куйбышевском водохранилище, на современном этапе, воспроизводство почти всех видов рыб достаточно сложное, далеко не вполне эффективное и сильно зависящее от складывающихся на водоеме из года в год внешних условий (уровень воды, температура и т.д.).

Начиная с 2003 г. почти ежегодно эффективность размножения у многих рыб была 35-55% от численности среднего поколения данных видов из-за большой сработки уровня воды в весенний нерестовый период, когда осушались огромные мелководные площади с нерестовым субстратом или уже с отложенной на нем икрой. В такие годы эффективность размножения рыб низкая, а если еще в летне-осенний период сложились плохие условия выживаемости молоди, то данное поколение было очень малочисленное и через 5-8 лет отмечено уменьшение промысловых запасов таких водных биоресурсов. При этом в 2006 и 2007 годах произошло увеличение запасов неохраняемых видов в связи с хорошим их воспроизводством в этот период, что немного смогло покрыть некоторый провал запасов охраняемых видов рыб, прежде всего леща, и в целом общий запас всех

видов ВБР не сильно снизился (Анохина, 2011). При этом произошло некоторое перераспределение в соотношении видов. В последние два года условия для нагула и роста водных биоресурсов были достаточно благоприятными и способствовали вполне эффективному воспроизводству, что дало нам возможность в целом хорошего пополнения запасов водных биоресурсов.

Так нерест в 2015 году почти всех видов, как отмечалось ранее, в целом, на Куйбышевском водохранилище, был достаточно «дружным» и полноценным. Нерест не был растянутым во времени, основные виды ВБР достаточно быстро отнерестились при подъеме уровня водохранилища и прогреве воды, а сроки нереста у многих видов совпали с таковыми прошлых лет, лишь щука отнерестилась, не вполне удачно и эффективно, но значительно лучше, чем в предыдущие годы. Гибель икры в исследуемый период наблюдалась лишь в незначительных количествах. Данное явление наблюдалось лишь в Волжском плесе, что было связано с близостью плотины в данном районе. Также отметим, что в определенных местах Куйбышевского водохранилища для улучшения условий воспроизводства в небольших количествах выставлялись в 2015 г. искусственные нерестилища.

Анализ собранного материала позволяет сказать, что сейчас популяции почти всех видов рыб находится в стабильном состоянии, вызывает обеспокоенность в первую очередь стерлядь. Однако как уже нами отмечено, в последние несколько лет активно ведутся работы по увеличению ее численности в водоеме (осуществляются многочисленные выпуски молоди в водоем, проводится охрана мест нереста и т.д.). В целом сейчас на Куйбышевском водохранилище по численности ВБР наблюдается стабильная ситуация с небольшими колебаниями в обе стороны у отдельных видов. Увеличение промзапаса в 2015 году произошло у леща, судака, щуки, сазана, густеры, берша, а уменьшение – у синца, карася (табл. 2). Промысловый запас водных биоресурсов в 2015 году составил в целом 38646 т, треть которого составляет промзапас леща, также значительны запасы плотвы, густеры, синца, карася, судака.

Таблица 2 – **Промысловые запасы водных биоресурсов в Куйбышевском водохранилище, т**

Виды рыб	**Лещ**	**Судак**	**Стерлядь**	**Сазан**	**Щука**	**Густера**	**Плотва**	**Карась**	**Синец**	**Все виды**
Промзапас, 2014 г.	12638	2165	83	710	100	4540	5252	1833	5601	39344
Промзапас, 2015 г.	12641	2393	83	712	130	4572	5250	1830	4619	38646

Для увеличения существующих запасов промысловых рыб и особенно такой ценной для Среднего Поволжья, как стерлядь, необходимо способствовать улучшению условий естественного воспроизводства водных биоресурсов; не осуществлять весенний сброс воды, а установить наиболее благоприятный уровенный режим во все сезоны года, особенно весной (ранний подъем уровня до НПУ и выше, и удержание его до конца июня); в ранний весенний период стоит проводить отлов малоценных видов рыб; на участках с открытым и хорошо промывающимся песочным и галечным грунтом не проводить разработку песка и гравия; устанавливать искусственные нерестилища при низком уровне воды на путях нерестового хода производителей и возможных мест концентрации рыб, особенно в верхних участках Волжского и Камского плесов Куйбышевского водохранилища вплоть до границы запретных зон в нижнем бьефе гидроузлов; проводить зарыбление молодью рыб, осуществлять различные мелиоративные работы и т.д.

Литература

Анохина О.К., Гончаренко К.С., Говоркова Л.К. Промыслово-биологическая характеристика рыб, состояние промысловых запасов ОДУ и ВУ в Куйбышевском водохранилище на современном этапе // Труды Татарского отделения ФГНУ «ГосНИОРХ», Санкт-Петербург, 2010. Вып.13. 261 с.

Анохина О.К., Гончаренко К.С. Запасы неохраняемых видов рыб и степень их использования на Куйбышевском водохранилище // Экологические проблемы пресноводных рыбохозяйственных водоемов России, Матер-лы конф. посв. 80-летию Татарского отд. ФГБНУ «ГосНИОРХ», Санкт-Петербург, 2011. С. 25-29.

Гончаренко К.С., Говоркова Л.К., Анохина О.К., Говорков В.И. Условия существования рыб в Куйбышевском водохранилище и характеристика их запасов // Труды Татарского отделения ФГНУ «ГосНИОРХ», Санкт-Петербург, 2010. Вып.13. 261 с.

ABSTRACT. These materials include the characterization of ichthyofauna of the Kuibyshev Reservoir, given the fish catch figures for a number of years, the level of stocks of commercial fish, characterized the condition and reproduction of aquatic biological resources of the reservoir. In order to increase existing stocks of commercial fish, especially sterlet, it is necessary to improve the conditions of natural reproduction of aquatic bioresources and to carry out various activities to protect and preserve their number and pond ecosystem as a whole.

ФИТОПЛАНКТОН СЕВЕРНОГО КАСПИЯ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

А.Г. Ардабьева
Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Астрахань,
kaspiy-info@mail.ru

Фитопланктон - важнейший компонент водных систем, активно участвует в формировании качества воды и является чутким показателем состояния водных экосистем. При экологическом мониторинге этот показатель является одним из ведущих и включает в себя изучение как качественного, так и количественного состава фитопланктона.

Материалом для настоящей работы послужили пробы фитопланктона летнего периода 2010-2015 гг. Сбор материала осуществлялся в западной части Северного Каспия по стандартной сетке станций. Всего собрано с поверхностного горизонта воды и обработано по общепринятой методике осадочным методом 600 проб (Усачев, 1961).

Развитие летнего фитопланктона в период 2010-2015 гг. проходило в условиях разной водности р. Волги в период половодья (многоводный 2013 г., маловодные 2010, 2012 и 2014 гг. и экстремально маловодные 2011 и 2015 гг.), различного обогащения моря биогенными веществами.

Целью данной работы является проведение сравнительного анализа состояния альгофлоры Северного Каспия в разные по водности годы.

В качественном составе фитопланктона западного района Северного Каспия существенных изменений не происходило (рис. 1). Лишь внутри групп наблюдалась замена одних видов на другие. Количество водорослей в 2011, 2013 и 2014 гг. было одинаковым и составило 231 таксон. Наибольшим видовым разнообразием (235 таксонов) характеризовался 2012 г., наименьшим – 2010 г. (222 таксона).

Доминировали в структурном составе растительного планктона, как обычно, (Ардабьева, 1991; Ардабьева, 2000) диатомовые водоросли (38-44% общего состава), количество которых увеличивалось от 2010 (88 таксонов) к 2015 г. (103 таксона). Высокое видовое разнообразие установлено для зеленых (24-32%) и сине-зеленых (20-23%) водорослей. Остальные группы водорослей составляли 1-6%. Количество сине-зеленых, за исключением 2010 г., золотистых и эвгленовых водорослей по годам практически не изменялось. Максимальное число видов (74) зеленых водорослей отмечалось в 2011 г., чуть ниже в 2010 г. (72), минимальное (56) – в 2015 г. В остальные годы число таксонов было одинаковым (66).

В фитопланктоне Северного Каспия обитают представители пяти экологических групп (Левшакова, 1971). Морские водоросли сильно эвригалинны и представлены главным образом диатомовыми и отчасти пирофитовыми водорослями. Солоноватоводные водоросли имеют более широкое распространение, чем морские. В эту экологическую группу, кроме диатомовых и пирофитовых, входят сине-зеленые виды и один представитель зеленых, который встречается

крайне редко. Солоноватоводно-пресноводные представлены всеми водорослями, кроме золотистых и эвгленовых. Первое место по числу видов занимают диатомовые, затем идут сине-зеленые водоросли. На долю зеленых и пирофитовых приходится незначительная часть. Пресноводные водоросли представлены наиболее разнообразно и состоят из всех групп водорослей, встреченных в Северном Каспии.

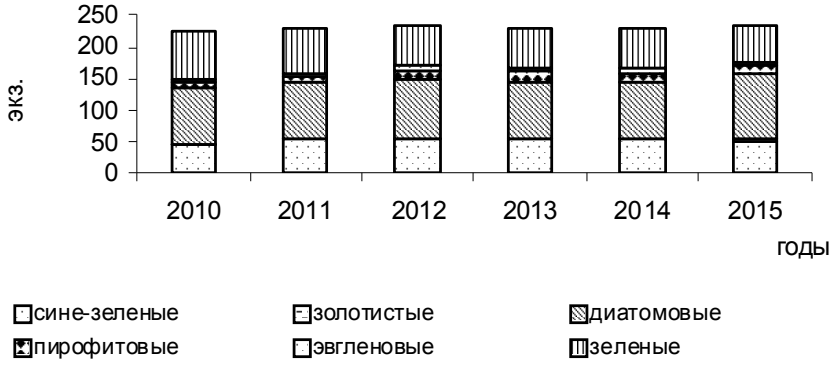


Рисунок 1 - **Видовой состав фитопланктона западной части Северного Каспия в летний период 2010-2015 гг.**

Анализ видового состава по экологическим группам показал, что основу биоразнообразия за период исследования, главным образом, составляли виды пресноводного (47-53%) и солоноватоводно-пресноводного (19-21%) происхождения, что характерно для фитопланктона Северного Каспия (Каспийское море, 1985). Количество морских видов независимо от водности в период половодья колебалось в пределах 9-11% (рис. 2).

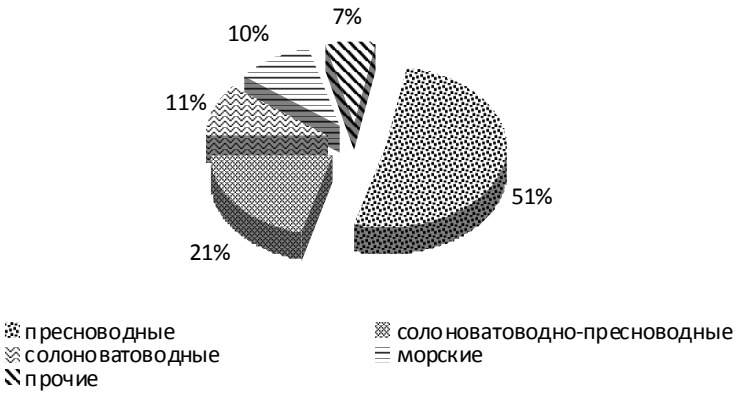


Рисунок 2 – **Видовое разнообразие фитопланктона западного района Северного Каспия по экологическим группам**

Биомасса растительного планктона в период летних исследований характеризовалась годовыми колебаниями. Самая высокая биомасса фитопланктона (2332 мг/м^3) отмечалась в экстремально маловодном 2011 году (рис. 3). В дальнейшем происходило уменьшение биомассы фитопланктона и в 2014 г. она была минимальной (1318 мг/м^3) за весь период наблюдений. В 2015 г. масса водорослей увеличилась относительно предыдущего года, но была ниже среднемноголетней величины (1725 мг/м^3).

Рисунок 3 – **Многолетние изменения биомассы фитопланктона западного района Северного Каспия в летний период 2010-2015 гг.**

В динамике численности водорослей наблюдалось увеличение до 2012 г. (789 млн. экз./м^3), а затем постепенное снижение до 2015 г. (679 млн. экз./м^3). В 2011 г. численность клеток была на уровне 2014 г. (717 и 713 млн. экз./м^3), но ниже среднемноголетней (731 млн. экз./м^3) величины (рис. 4).

Рисунок 4 – **Многолетние изменения численности фитопланктона западного района Северного Каспия в летний период 2010-2015 гг.**

Биомассу фитопланктона в 2010-2012 и 2014 гг. формировали диатомовые водоросли, составляя 41-46% общей биомассы растительного планктона. В 2013 г. основу фитопланктона определяли диатомовые и сине-зеленые (по 40%) водоросли. И лишь в 2015 г. доминировали (52%) сине-зеленые водоросли.

Численность фитопланктона в течение рассматриваемого периода, за исключением 2010 г., формировали сине-зеленые водоросли (от 45% в 2014 г. до 67% в 2013 г.).

Основу растительного планктона составляли мелкоклеточные формы (70-85% общей численности), что положительно отразилось на развитии беспозвоночных животных (Ардабьева, 2001). Наиболее благоприятные условия для развития альгоценоза, независимо от стока р. Волги в период половодья, складывались в мелководной (до 4-х метровой изобаты) зоне, находящейся непосредственно под воздействием речного стока, богатого питательными элементами (Катунин, 2007; Карыгина и др., 2014; Катунин, 2014).

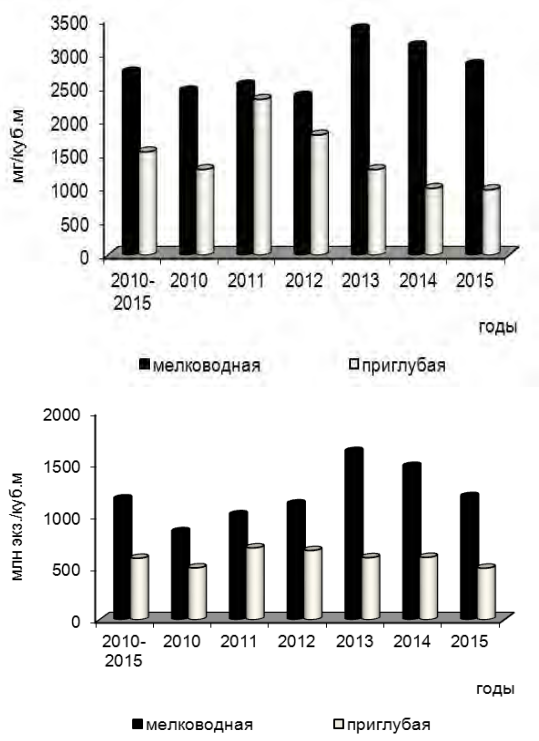


Рисунок 5 - **Многолетние изменения биомассы и численности фитопланктона по зонам глубин западного района Северного Каспия**

Максимальные величины биомассы (3360 мг/м^3) и численности (1619 млн. экз./м^3) здесь отмечались в 2013 г., минимальные – в 2012 г. (2358 мг/м^3) и 2010 г. (847 млн. экз./м^3). Количественные показатели фитопланктона мелководной части были в 2-3 раза выше, чем в приглубой зоне, что характерно для Северного Каспия (Ардабьева, 2007). Исключением являлся 2011 г., когда биомассы фитопланктона в обеих частях моря были практически одинаковыми, соответственно 2526 и 2314 мг/м^3. В приглубой зоне высокие величины биомассы и численности фитопланктона наблюдались в 2011 г., низкие – в 2015 г.

На мелководье среди диатомей преобладали *Diatoma elongatum, Cyclotella meneghiniana, Cymatopleura solea* и виды рода *Fragilaria*, в приглубой части – *Actinocyclus ehrenbergii,* представители рода *Navicula, Nitzschia* и *Rhizosolenia calcar-avis*. Однако, несмотря на достаточное количество для развития морской ризосолении кремнекислоты и повышение солености воды в маловодные по половодью годы, число клеток ее в последнее время существенно сокращается (за исключением экстремально маловодного 2011 года).

Основу биомассы из сине-зелёных составляли *Oscillatoria sp*., *Gomphosphaeria aponina v. multiplex*, виды рода *Microcystis* и *Anabaena*; численности – *Oscillatoria sp*., *Aphanizomenon flos-aquae*, *Merismopedia punctata*, виды рода *Gloeocapsa*.

В группе зелёных водорослей биомассу формировали *Mougeotia sp., Dictyosphaerium pulchellum, Pediastrum boryanum v. longicorne*, численность – *Mougeotia sp., Binuclearia lauterbornii, Scenedesmus quadricauda*.

Доля пирофитовых в общей биомассе фитопланктона составляла не более 2-7%, что характерно для их развития в Северном Каспии (Ардабьева, 2010). Биомассу этой группы определял *Peridinium latum,* численность – ценная в кормовом отношении водоросль *Exuviaella cordata* (Левшакова, 1972).

Самыми малочисленными являлись золотистые и эвгленовые водоросли, представленные, соответственно, *Dinobryon sertularia* и видами рода *Euglena.*

Таким образом, качественный состав фитопланктона западной части Северного Каспия в летний период 2010-2015 гг. характеризовался разнообразием и обилием встречающихся видов. По числу таксонов доминировали диатомовые водоросли. Количественные показатели растительного планктона были на высоком уровне, особенно в мелководной зоне, богатой питательными элементами, необходимыми для интенсивного развития водорослей. В приглубой части уровень вегетации фитопланктона был в 2-3 раза ниже. Во все годы наблюдений биомассу формировали диатомовые, за исключением 2015 г., численность, кроме 2010 г. – сине-зеленые водоросли. В период исследования в растительном планктоне отмечалось преобладание мелкоклеточных водорослей, т.е. фитопланктон был в основном кормовым (70-80% общей численности), что положительно отразилось на развитии последующих звеньев пищевой цепи.

Литература

Ардабьева А.Г. Фитопланктон Северного Каспия в июне 1980-1987гг. // Рыбохозяйственные исследования планктона. Часть II. Каспийское море. М.: ВНИРО, 1991. С. 4-10.

Ардабьева А.Г. Влияние повышения уровня моря на фитопланктон Северного Каспия: автореф. дисс. … канд. биол. наук. Астрахань, 2000. 22 с.

Ардабьева А.Г. Размерная характеристика фитопланктона Северного Каспия // Проблемы изучения и рационального использования природных ресурсов морей: материалы Междунар. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. д.б.н. Казанчеева Е.Н. (20-21 ноября 2001 г., Астрахань). Астрахань: КаспНИРХ, 2001. С. 18-22.

Ардабьева А.Г. Многолетние изменения фитопланктона Северного Каспия // Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI веке: материалы докл. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию КаспНИРХа (16-18 октября 2007 г., Астрахань). Астрахань: КаспНИРХ, 2007. С. 133-135.

Ардабьева А.Г. Фитопланктон Северного Каспия в период стабилизации уровня моря // Вопросы промысловой океанологии. 2010. Вып. 7. № 2. С. 229-239.

Левшакова В.Д. Некоторые экологические особенности фитопланктона Северного Каспия // Тр. КаспНИРХ. 1971. Т. 26. С. 67-82

Левшакова В.Д. О важнейших видах фитопланктона Каспийского моря, их количественном развитии и взаимоотношениях // Биологические ресурсы Каспийского моря: тезисы конференции. Астрахань, 1972. С. 100-101.

Карыгина Н.В., Проскурина В.В., Лардыгина Е.Г., Дегтярева Л.В., Кравченко Е.А., Головатых Н.Н., Галлей Е.В., Дьякова С.А., Шокашева Д.И. Абиотические и биотические факторы, формирующие условия обитания биоресурсов Каспийского моря // Сохранение биологических ресурсов Каспия: материалы и доклады Междунар. науч.-практ. конф. (Астрахань, 18-19 сентября 2014 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2014. С. 210-214.

Каспийское море. Фауна и биологическая продуктивность / Под ред. Яблонской Е.А. М.: Изд-во Наука, 1985. 277 с.

Катунин Д.Н., Егоров С.Н., Хрипунов И.А., Кашин Д.В., Галушкина Н.В., Кравченко Е.А. Основные особенности гидролого-гидрохимического режима р. Волги и Каспийского моря в трансгрессивный период // Рыбное хозяйство. 2007. № 3. С. 75-77.

Катунин Д.Н. Гидроэкологические основы формирования экосистемных процессов в Каспийском море и дельте р. Волги. Астрахань: Изд-во ФГУП «КаспНИРХ», 2014. 472 с.

Усачев П.И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона // Тр. ВГБО. Т. 11. Москва: Изд-во АН СССР, 1961. С. 411-415.

ABSTRACT. The article presents the comparative analysis of qualitative and quantitative composition of the phytoplankton at the Western area of the Northern part of the Caspian Sea on the basis of hydro-biological studies, which are carried out in the summer period in 2010-2015. The analysis of the materials has shown that regardless of flowing of the Volga River in the period of flood, the most favorable conditions for the evolution of the phytoplankton were at the shallow zone dependent upon the waters of the Volga River.

СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛОВ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ РЫБ НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

Н.М. Аршаница, О.А. Ляшенко, М.Р. Гребцов, А.А. Стекольников
Государственный научно-исследовательский институт
озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга (ГосНИОРХ), Санкт-Петербург

Загрязнение металлами гидробионтов и среды из обитания является одной из наиболее актуальных проблем современной экотоксикологии. Металлы абсолютно устойчивы и накапливаются в водных экосистемах, мигрируя по пищевым сетям, перераспределяясь между биологическими и абиотическими компонентами.

Широкий спектр токсического воздействия металлов включает, в частности, мутагенность, эмбрио- и гонадотоксичность. (Морозов, Петухов, 1986; Соколов, 1998; Струбицкая и др., 1989). Повышенное содержание в рыбе таких металлов, как ртуть, кадмий, свинец и мышьяк, алюминий и др. может быть причиной развития патологических процессов у человека как потребителя рыбной продукции. (Моисеенко и др., 2006).

Процесс аккумуляции металлов в организме рыб зависит от ряда факторов: физико-химических свойств металлов, их концентрации, температуры, pH среды, времени воздействия, сезона года, присутствия в воде тех или иных неорганических и органических веществ, состояния организма рыб и др. (Mareus, David, 1985). Определяемая концентрация металла в органе или ткани рыбы является результатом сложных процессов поглощения, распределения и перераспределения его в организме, биотрансформации органических соединений, выведения этого элемента из организма. Динамика абсолютного содержания аккумулируемых металлов и характер их распределения в организме зависит от сезонной смены гидрохимической обстановки в водоеме, биологического состояния рыб, особенностей годового цикла пластического и генеративного обмена, от биохимических и морфофизиологических изменений тканей и органов рыб в течение года.

Во всех органах и тканях пресноводных рыб по уровню концентрации лидируют металлы-биофилы – Fe, Zn, Mn, Cu, а содержание высокотоксических металлов (Co, Cd, Hg, Pb и др.) значительно меньше (Попов, 2002).

В наименьших количествах металлы, как правило, содержатся в мышцах, их повышенные концентрации обычно отмечаются в жабрах, печени, почке, селезенке и других органах, играющих наиболее важную роль в поступлении, распределении, детоксикации и выведении металлов (Попов. 2002),

В настоящей работе представлены результаты определения содержания металлов в рыбах различных видов из некоторых водоемов Северо-Запада России в летне-осенний период, а также в рыбах, заходящих на нерест в реки из Балтийского моря (таблица).

Таблица - **Средние концентрации металлов (мкг/г сырой массы) в мышечной ткани рыб водных объектов Северо-Запада**

Место отлова рыб	Виды рыб	Cd	Pb	Cu	Zn	As	Al	Cr	Mn	Ni	Hg
Чудское озеро, южная часть	Лещ	< 0,005	0,14	0,6	8,6	< 0,1	1,8	0,18	0,37	0,04	< 0,05
	Судак	< 0,005	0,13	0,39	6,1	< 0,1	2	0,1	0,39	0,025	< 0,05
	Окунь	< 0,005	0,14	0,41	6,5	< 0,1	2,2	0,12	0,31	0,03	< 0,05
Чудское озеро, центральная часть	Лещ	< 0,005	0,073	0,31	4,7	< 0,1	2,3	0,11	0,31	0,036	< 0,05
	Судак	< 0,005	< 0,02	0,3	5,1	< 0,1	1,8	0,12	0,17	0,031	< 0,05
	Окунь	< 0,005	< 0,02	0,33	6	< 0,1	1,2	0,1	0,19	0,034	< 0,05
	Снеток (общая проба)	< 0,005	0,21	1,4	49	< 0,1	10	0,24	6,3	0,13	< 0,05
Волховская Губа, 5 км от устья р. Волхов	Лещ	0,0019	0,23	0,069	0,083	0,061	0,65	0,071	0,048	0,061	0,371
	Судак	0,0008	0,072	0,052	1,021	0,116	0,56	0,029	0,039	0,059	0,295
	Сиг-лудога	0,0007	0,057	0,047	0,773	0,044	0,001	0,011	0,099	0,005	0,002
	Сиг волховский	0,0006	0,009	0,052	0,705	0,037	0,001	0,014	0,057	0,007	0,064
	Налим	0,0008	0,21	0,061	0,905	0,063	0,68	0,093	0,051	0,054	0,613
	Щука	0,0008	0,26	0,049	1,115	0,065	0,71	0,082	0,062	0,063	0,755
Волховская губа. район Сясьского ЦБК	Лещ	0,001	0,24	0,097	1,285	0,038	1,39	0,121	0,112	0,059	0,315
	Судак	0,002	0,061	0,132	1,315	0,029	1,04	0,098	0,089	0,061	0,298
	Окунь	0,004	0,07	0,116	0,985	0,031	1,02	0,116	0,072	0,021	0,416
	Налим	0,002	0,21	0,125	1,055	0,042	1,15	0,127	0,093	0,053	0,385
	Чухонь	0,001	0,026	0,049	0,365	0,007	0,72	0,017	0,023	0,019	0,163
	Щука	0,003	0,003	0,089	1,215	0,093	1,45	0,201	0,098	0,065	0,83

Волховская Губа, район пос. Кириково	Лещ	0,004	0,027	0,054	0,395	0,054	0,39	0,069	0,027	0,017	0,154	
	Судак	0,005	0,019	0,083	0,615	0,071	0,27	0,097	0,029	0,018	0,192	
	Окунь	0,004	0,017	0,071	0,61	0,057	0,31	0,06	0,024	0,17	0,404	
	Чехонь	0,002	0,009	0,008	0,295	0,008	0,14	0,026	0,012	0,006	0,104	
	Налим	0,003	0,032	0,065	0,68	0,669	0,46	0,083	0,03	0,019	0,205	
Оз. Ильмень, исток р. Волхов	Лещ	0,006	0,022	0,384	2,517	0,214	2,819	0,168	0,194	0,015	0,025	
	Судак	0,005	0,021	0,392	2,834	0,398	2,567	0,171	0,159	0,011	0,014	
	Плотва	0,002	0,014	0,323	1,705	0,291	1,413	0,163	0,143	0,011	0,016	
Р. Волхов, ниже г. Кириши	Лещ	0,041	0,315	0,196	4,916	0,318	1,112	0,735	0,936	0,199	0,072	
	Судак	0,028	0,302	0,206	5,103	0,308	1,039	0,816	1,162	0,314	0,071	
	Плотва	0,024	0,164	0,165	2,017	0,127	0,602	0,373	0,216	0,176	0,042	
Финский залив Балтийского моря	Лосось	0,001	0,15	1,2	28,0	0,5	2,2	0,24	0,98	7,4	0,009	
	Кумжа	0,004	0,04	1,8	12,4	0,4	2,7	0,24	0,35	5,6	0,079	
	Минога	0,1	0,15	1,8	35,0	0,5	3,1	0,35	0,81	10,0	0,005	
ДОК		0,2	1,0	10,0	40,0	1,0	20,0	0,3	--	0,5	0,3 - мирные 0,6 - хищные	

Химико-аналитические исследования рыб проводились в испытательной лаборатории продуктов питания и объектов окружающей среды «АНАЛЭКТ» (аттестат акредитации № РОСС RU 0001 МН. 38) института Минздрава РФ методом атомно - адсорбционной спектрометрии по утвержденным методикам. За нормативы содержания металлов в рыбах (ДОК) принимали нормативы СанПиН 2.3.2.1078-01 и гигиенические характеристики содержания токсикантов в пищевых продуктах (Гигиенические требования …2002. Кубузова и др., 2000).

Результаты определения содержания металлов в мышечной ткани рыб трёх видов из озера Чудское (табл.) показали, что у леща, судака и окуня содержание нормируемых в пищевой рыбе металлов было существенно ниже ДОК (допустимого остаточного количества). Содержание металлов в снетке было значительно выше, чем в других рыбах, (концентрация цинка превышала ДОК), что, вероятно, связано с использованием для анализа цельных тушек рыб. Показательны низкие концентрации в мышечной ткани рыб озера таких высокотоксичных металлов, как кадмий, свинец и ртуть.

Одновременно наблюдалось невысокое, ниже ПДК, содержание металлов в воде. Незначительные превышения ПДК отмечены только для меди и марганца.

Содержание металлов в рыбах Волховской губы - одной из наиболее загрязняемых акваторий Ладожского озера (табл.), в целом сопоставимо с таковым в рыбах из Чудского озера, за исключением ртути, концентрация которой в отдельных пробах рыб превышала ДОК, что, возможно, связано с отмечаемым периодически достаточно высоким содержанием ртути в воде (Гребцов, 2014).

В рыбах Волховской губы по сравнению с рыбами из Чудского озера несколько выше содержание свинца, однако, ниже содержание меди, цинка, алюминия, хрома, марганца. В то же время в воде губы отмечено превышение рыбохозяйственных ПДК меди, ртути, алюминия (весной более чем в 10 раз), а также цинка и марганца. Содержание свинца не превышало ПДК (Гребцов, 2014а).

Низкий уровень накопления металлов в рыбах Волховской губы, несмотря на их наличие в значительных концентрациях в воде (Гребцов, 2014), вероятно, связан с наличием регуляторных механизмов, способствующих связыванию и детоксикации их избыточных количеств с последующим их выведением из организма. Необходимо отметить, что одновременно отмечается повышенное содержание ртути в воде и рыбах. Период полувыведения ртути из организма очень длителен по времени (например, для щуки он составляет 780 суток), что является причиной ртутной интоксикации и кумулятивного эффекта. Отмечена прямая корреляционная связь между содержанием ртути в организме и возрастом рыб, т.е. ртуть обладает свойством необратимого увеличения концентрации. Это явление связано с тем, что ртуть вытесняет из биологических макромолекул практически все другие металлы, образуя очень стойкие ртутьорганические комплексы (Сейсума, 1984; Морозов, Петухов, 1986). Данные о распределении ртути в организме рыб противоречивы. Отмечено повышенное содержание этого металла в печени

и гонадах, однако, другие данные этого не подтверждают. Вероятно, различия определяется видовыми особенностями рыб, а также спецификой ртутной нагрузки в определённом водном объекте. В большинстве случаев о содержании ртути в рыбе судят по её концентрации в мышечной ткани, поскольку этот показатель представляет интерес с точкизрения оценки безопасности рыбы как продукта питания (May et al, 1987; Mercury, 1991; Moore, 1991; Лобус и др., 2014).

Возможно, повышенная концентрация ртути в воде Волховской губы в комплексе с другими токсикантами является причиной токсикозов рыб и нарушения их естественного воспроизводства, признаком которого является выраженная патология личинок рыб - большое количество уродливых, быстро погибающих особей (Гребцов, 2014). Некоторым образом это может быть связано со способностью ртути преодолевать плацентарный барьер (Трахтенберг, Коржун, 1990).

В мышечной ткани рыб из оз. Ильмень, р. Волхов и заходящих на нерест из Балтийского моря содержание ныне нормируемых металлов (Pb, Cd, As, Hg) и ранее нормируемых (Cu, Zn) ниже ДОК. Отмечено превышение допустимого содержания хрома в рыбе р. Волхов и миноге из балтийского моря (анализировались экземпляры без дифференциации на органы и ткани) (Кузубова и др., 2000). Содержание ртути в рыбах было существенно ниже ДОК. В то же время можно отметить белее высокий по сравнению с другими водными объектами уровень содержания металлов, особенно кадмия, свинца, мышьяка, хрома, марганца и никеля, в рыбах р. Волхов, что, вероятно, связано с высоким уровнем загрязнения этой реки сточными водами промышленных предприятий г. Кириши (включая сбросные теплые воды Киришской ГРЭС-19) и поступлением токсикантов, включая металлы, аэрогенным путем (Аршаница м др., 2016); Гребцов, Стекольников, 2013; Гребцов, 2015). Содержание большинства металлов в воде р. Волхов, особенно в нижнем её течении, периодически превышает ПДК, а концентрации отдельных металлов в донных отложениях в зимний период года превышают кларковые величины (Стекольников, 2014).

В динамике сезонного накопления металлов в мышечной ткани рыб р. Волхов и Волховской губы Ладожского озера, отмечено максимальное их содержания в летне-осенний периоды, снижение зимой и возрастание весной (Стекольников, 2014; Гребцов, 2014).

Высокий уровень загрязнения р. Волхов и Волховской губы Ладожского озера подтверждается результатами биотестирования воды и донных отложений, а также патологоанатомических исследований рыб. (Стекольников, 2014; Гребцов, 2014).

В целом проведенные исследования показали, что содержание металлов в мышечной ткани рыб из обследованных водных объектов не превышает нормативы их содержания в рыбе как продукте питания, за исключением содержания ртути в отдельных экземплярах из Волховской губы Ладожского озера.

Литература

Аршаница Н.М., Ляшенко О.А., Гребцов М.Р., Стекольников А.А. Волховская губа Ладожского озера как источник загрязнения р. Невы. // Международный вестник ветеринарии. №1. 2016. С 35-41.

Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.3.2.1078-01, М.: Минздрав России, 2002.

Гребцов М.Р. Содержание металлов в рыбах и среде их обитания Волховской губы Ладожского озера в весенний период.// Международный вестник ветеринарии. №4. 2014. С. 57-60

Гребцов М.Р. Эколого-токсикологическое состояние Волховской губы ладожского озера. Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. №3. 2014а. С.229-235.

Гребцов М.Р. К вопросу аэрогенного поступления металлов в Волховскую губу Ладожского озера. // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветринарии. №2.2015. С.374-376.

Кузубова Л.И., Шуваева О.В., Аношин Г.Н. Элементы-экотоксиканты в пищевых продуктах. Гигиенические характеристики, нормативы содержания, методы определения. Новосибирск. 2000. 67 с.

Лобус Н.В., Комов В.Т., Гусева Е.С., Нгуен Т.Х.Т. Содержание ртути в мышечной ткани пресноводных рыб // Экология внутренних водоемов Вьетнама. Т-во научных изданий КМК, 2014. С.63-73.

Моисеенко Т.Н. Рассеянные элементы в поверхностных водах суши: технофильность, биоаккумуляция и экотоксикология/ Т.Н. Моисеенко, Л.П.Кудрявцева, Н.А. Гашкина/ М: Наука, 2006. 261 с.

Морозов Н.П., Петухов С.А. Микроэлементы в промысловой фауне Мирового океана. М. 1986. 160 с.

Попов П.А. Оценка экологического состояния водоемов методами ихтиоиндикации. Новосибирск, 2002. 267 с.

Сейсума З.К. Тяжелые маталлы в гидробионтах Рижского залива/З.К. Сейсума [и др.] – Рига. 1984. 178 с.

Соколов Л.И. Рыбы в условиях мегаполиса (г. Москва) // Соросовский образовательный журнал, 1998. №5. С. 23-30.

Стекольников А.А. Особенности сезонного эколого-токсикологического состояния реки Волхов. // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. №3.2014. С. 236-241.

Струбицкая А.А. Влияние загрязнения водоемов тяжелыми металлами на размножение пресноводных рыб. / А.А. Струбицкая, В.С. Струбицкий, - М: Наука, 1989. С. 23-30.

Трахтенберг И.М., Коржун М.Н. Ртуть и её содержание в окружающей среде. Киев, Высшая школа, 1990. – 232 с.

May K., Sioeppier M., Reisinger K. Studies in the ratio total mercury / methyimercury in the aquatic food chain // Toxicol. Environ.Chem. 1987. Vol.13. P. 153-159.

Mercury in Swedish environment. Recent research on causes, consequenses and corrective methods. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991. 261 p.

Muore J.W. Jnorganic contaminants of Surface water. – N.Y. et al.: Springer – Veriag, 1991. 334 p.

ABSTRACT. By the results of the evaluation of metals content in fish muscle from samples from Peipsi Lake. Ilmen Lake, Volkhov River and Volkhov Bay of Lake Ladoga was defined that their concentration does not exceed the standards of their content in fish as food, except for mercury in some samples from the Volkhov Bay.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ЗООБЕНТОС

Н.Ш. Ахметзянова
Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Казань, gosniiorh@mail.ru

Известно, что освоение шельфовых месторождений нефтяных углеводородов сопровождается геофизическими исследованиями, в том числе, сейсморазведкой. Несмотря на многочисленность исследований по оценке воздействия упругих волн от сейсмоисточников на гидробионты, до сих пор нет однозначного мнения о степени их опасности (Немчинова, 2007; Решение секции охраны водных …, 2015, и др.). Имеющаяся информация о влиянии ударных сейсмических волн от пневмоисточников (ПИ) на водные кормовые организмы носит противоречивый характер. Одни авторы (Балашканд, Ловля, 1977; Балашканд и др, 1980; Оценка влияния…, 1989, и др.) считают, что упругая волна, возбуждаемая ПИ, не вызывает гибели организмов, а если гибель и наблюдается, то ее величина намного меньше уровня колебаний естественной численности гидробионтов и быстро компенсируется механизмами саморегуляции экосистем. По мнению других авторов (Kostyuchenko, 1973; Исследование воздействия…, 2005, и др.), действие пневмосигналов довольно значительно сказывается на выживаемости и биологических показателях некоторых групп гидробионтов, и в первую очередь личинок рыб и отдельных таксонов (и стадий развития) зоопланктона (цитируется по Немчиновой, 2007).

На основе анализа данных многолетних исследований зарубежных и отечественных специалистов-экологов по оценке воздействия геофизических факторов на морские организмы, оказываемого сейсмоакустическими колебаниями, бывший государственный Комитет СССР по охране природе (1990) дал положительное заключение на проведение геофизических работ с использованием сейсмоисточников (№ 09-1-10/900 от 28.06.90 г.). Несмотря на такое заключение комиссии, Центр государственного экологического контроля, мониторинга и управления окружающей средой Республики Дагестан, по результатам исследований Полярного НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии им. Книповича (ПИНРО) и Черноморского отделения Академии технологических наук Российской Федерации считает, что нельзя пренебрегать воздействием, оказываемым сейсмоакустическими колебаниями, на гидрофауну и флору в радиусе достоверно зарегистрированных влияний 1-2 м (Мунгиев, 2009). Ими же многочисленными опытами установлено, что для бентоса источник импульсного акустического воздействия не представляет опасности на расстоянии 0,5 м, для зоопланктона и фитопланктона – 1 м. При этом даже при самых жестких экологических допущениях о полной гибели гидробионтов на поверхности источника, в объеме, где наблюдается существенное влияние источника в радиусе R, в целом погибает не более 25% общего количества содержащихся в объеме

организмов (Мунгиев, 2009). Большинством исследований радиус летального воздействия установлен в пределах 1,5-5 м (McCauley 1994, цитируется по Немчиновой, 2007).

С целью оценки влияния сейсморазведовательных работ на гидробионты на Ульяновском плесе Куйбышевского водохранилища, нами в июле 2015 г. был осуществлен отбор проб макрозообентоса. Сбор материала производился на 6 станциях: до и после воздействия пневмоисточников на глубинах 5-7, 13 и 24-26 м. Пробы отбирались с помощью дночерпателя Петерсона, с площадью захвата 0,025 м^2 с каждой станции по 3 пробы. Сбор и обработка материалов проведены согласно общепринятым в гидробиологии методам (Методика…, 1975; Методические рекомендации…, 1983).

Всего за период исследования на обследуемых участках было зарегистрировано 28 видов и форм донных беспозвоночных, принадлежащих моллюскам и ракообразным – по 4 вида (15,28%), олигохетам – 7 (25,00%), пиявкам – 3 (10,71%), личинкам хирономид – 8 (28,57%) и, полихетам и прочим двукрылым – по 1 виду (3,57%).

Средние значения численности и биомассы в среднем по плесу составили, соответственно, 4395,5 экз./м^2 и 1536,72 г/м^2 и колебались от 3679,8 экз./м^2 до 5233,4 экз./м^2 и 498,61 г/м^2 до 2576,45 г/м^2. Без учета моллюсков средние показатели численности равны 1140,1 экз./м^2 (913,5 экз./м^2 – 1413,3 экз./м^2), биомассы 5,01 г/м^2 (3,68 г/м^2 - 6,03 г/м^2) (табл.1). Индекс видового разнообразия по численности по плесу составил в среднем 1,73 бит/экз. (1,15-2,89 бит/экз.).

Основу зообентосного сообщества в целом по Ульяновскому плесу образуют моллюски. На их долю приходится 74,06% (66,93-82,54%%) численности и 99,67% (98,93-99,87%%) биомассы общего бентоса. 97,62% численности и 99,49% биомассы моллюсков приходится на самопроизвольного вселенца *Dreissena bugensis* (Andrusov, 1847), в то время как *Dr.polymorpha* (Pallas, 1771), заселившая водохранилище гораздо раньше, почти вытеснута из сообщества малакофауны: доля их составляет 0,27% от численности и 0,36% от биомассы моллюсков. Основу численности и биомассы кормового бентоса образуют олигохеты и полихеты, среди которых преобладают тубифициды *Tubifex newaensis* (Michaelsen,1902), *Isochaetides michaelseni* (Lactockin,1936), ювенильные особи олигохет рода Limnodrilus, и самопроизвольные вселенцы *Hypania invalida* (Grube, 1860). Преобладание этих групп одного трофического уровня в мягком бентосе свидетельствует об изменении трофического статуса водохранилища в сторону увеличения его автохтонной составляющей (Зинченко и др., 2008). Средняя общая численность олигохет составляет 562,2 экз./м^2 (366,6-860,0 экз./м^2), при биомассе 1,89 г/м^2 (0,84-3,44 г/м^2), полихет, соответственно, – 295,6 экз./м^2 (266,7-313,4 экз./м^2) и 1,57 г/м^2 (0,90-2,04 г/м^2). Кроме того, почти на всех станциях отбора проб (кроме ст.6) в единичных экземплярах отмечены безглазые пиявки *Archaeobdella esmonti* Grimm, 1876, являющиеся представителями солоноватоводного комплекса автохтонной фауны Каспийского моря. Ее появление

в Куйбышевском водохранилище, по утверждению А.И.Баканова (1993), связано с расселением в нее понто-каспийской полихеты *H.invalida*.

Таблица 1 - **Показатели зообентосного сообщества Ульяновского плеса Куйбышевского водохранилища в районе проведения сейсморазведочных работ (июль, 2015 г.).**

Станции отбора проб	Показатели				
	Глубина, м	Число таксонов	Общая численность, экз./м^2	Общая биомасса, г/м^2	Индекс Шеннона по N, бит/экз.
До воздействия (контроль)					
Станция 1	13,0	11	6626,7 (1226,8) [x)]	2526,47 (3,86)	1,34
Станция 2	26,0	13	2639,8 (1613,2)	619,1 (6,85)	2,32
Станция 3	5,0	11	999,9 (933,3)	14,82 (7,31)	2,89
В среднем		20	3422,2 (1257,8)	1053,51 (6,01)	2,18
После воздействия					
Станция 4	13,0	11	3839,9 (600,0)	2626,4 (3,47)	1,15
Станция 5	24,0	12	5906,6 (1213,4)	2451,11 (5,21)	1,32
Станция 6	7,0	13	6359,7 (1253,2)	982,4 (3,35)	1,36
В среднем		21	5368,7 (1022,2)	2020,02 (4,02)	1,28
В среднем по плесу		28	4395,5 (1140,1)	1536,72 (5,01)	1,73

[x)] В скобках – показатели без моллюсков.

Наибольшие количественные показатели отмечены на участках, подверженных воздействию пневмоисточников (ПИ). Общая численность беспозвоночных в 1,57 раза, биомасса в 1,92 раза превосходят таковые показатели контрольных участков. В то же время, показатели мягкого бентоса на контрольных станциях несколько выше, чем на местах проведения геофизических работ с использованием сейсмоисточников: они превышают по численности – в 1,23 раза, по биомассе – в 1,5 раза. Почти во всех станциях наблюдения, кроме станций 2 и 3 контроля, отмечается доминирование в сообществе макрозообентоса двустворчатых моллюсков *Dr. bugensis.* На станции 2 структурообразующий комплекс зообентоса представлен олигохетами *T.newaensis*, *I.michaelseni,* Limnodrilus sp.juv. и *U. uncinata*, а на станции 3 почти в равных долях представлены олигохеты и личинки хирономид, среди которых количественно преобладают *T.newaensis* и *Chironomus f.l.semireductus* Lenz.

На контрольных участках средняя общая численность зообентоса равна 3422,2 экз./м^2 и колеблется в диапазоне 999,9 экз./м^2 (ст.3) – 2626,7 экз./м^2 (ст. 1), а биомасса – 1053,51 г/м^2 (14,82-2526,47 г/м^2), (табл. 1). Зафиксировано 20 видов и таксонов беспозвоночных рангом выше, относящихся олигохетам (7), хирономидам (6), моллюскам (3), пиявкам (2), бокоплавам и полихетам (по одному виду). Наименьшие показатели численности и биомассы отмечены на ст. 3 на глубине 5,0 м. Как уже указывалось выше, низким значениям количественных

показателей предшествует слабое развитие моллюсков, в частности *Dr.bugensis*. Средний индекс видового разнообразия по численности составил 2,18 бит/экз. и колебался в пределах от 1,34-2,89 (табл. 1). Наибольший индекс видового разнообразия, отмеченный на станции 3, свидетельствует о стабильности сообщества зообентоса на данном участке.

Средняя общая численность зообентоса после проведения геофизических работ составляет 5368,7 экз./м^2 и колеблется от 3839,9 экз./м^2 (ст. 4) до 6359,7 экз./м^2 (ст.6), при биомассе 2020,02 г/м^2 (982,4-2626,4 г/м^2) (табл. 1). Зарегистрировано 6 видов хирономид, 3 - моллюсков, по 4 - олигохет и ракообразных, и по одному – полихет и двукрылых, не определенных до вида. Наибольшие показатели численности отмечены на профундали на глубине 7,0 м (ст.6), а биомассы – на глубине 13,0 м (ст. 4). На илисто-песчаных грунтах довольно значительна в мягком бентосе доля олигохет: 36,17-44,44%% от численности и 13,26-32,24%% от биомассы. Достаточно успешно развиваются здесь также представители понто-каспийского комплекса – полихеты *H.invalida* и гаммариды рода *Dikerogammarus*: *D.villosus* (Sowinskyi, 1894), *D.haemobaphes* (Eichwald, 1841) и *D.fluviatilis* (Martynov, 1919). Их численность в наших сборах, соответственно, составила 395,6 экз./м^2 (226,7-466,7 экз./м^2) и 111,1 экз./м^2 (26,7-173,3 экз./м^2), биомасса – 1,98 г/м^2 (1,55-2,56 г/м^2) и 0,55 г/м^2 (0,39-0,89 г/м^2). Индекс видового разнообразия Шеннона по численности (ИВР) в среднем составил 1,73 бит/экз. (1,15-1,36 бит/экз.).

Изменение структуры сообщества зообентоса и его количественные параметры в контрольных и опытных пробах, скорее всего, связаны с естественным неравномерным распределением беспозвоночных по акватории плеса (пятнистостью распределения).

Одним из важнейших критериев антропогенного воздействия на бентосные организмы является их травмирование, в связи с чем в каждой пробе определяли процент от численности и биомассы травмированных организмов. Травмирование бентосных организмов может происходить также в процессе отбора проб, поэтому учитывался процент травмированных организмов в фоновых и в опытных пробах.

На основании имеющегося материала нам удалось лишь качественно оценить последствия воздействий пневмоисточников на гидробионты, в частности, на зообентос. Значительно меньшему воздействию подвергается бентос (моллюски и ракообразные), имеющие твердую оболочку и крепкие внешние покровы тела (Немчинова, 2007). Тем не менее, во всех участках, подвергшихся воздействию ПИ, на амфиподах обнаружены механические повреждения тела и его придатков (оторваны конечности, головная и хвостовая части туловища, антенны). У таких групп, которые имеют мягкие покровы (полихеты и олигохеты), также зафиксированы значительные повреждения: у полихет разорванными оказались хвостовые части, у олигохет - все тело. В пробах обнаружены также оторванные клешни молодых раков.

В контрольных пробах, доля поврежденных животных среди кормового бентоса в целом составила 2,12% от общей численности и колебалась от 1,09%

(ст. 1) до 2,86% (ст.3), а биомассы – 0,90% (ст. 1) - 2,45% (ст.2) (табл. 2, 3). Выявленные травмы на фоновых участках, скорее всего, связаны с естественными причинами и механическими травмами, которые наблюдаются при отборе проб. Повреждения отмечены лишь у олигохет.

Таблица 2 - **Распределение численности (экз./м^2) основных групп кормового бентоса в Ульяновском плесе Куйбышевского водохранилища в районе проведения сейсморазведочных работ, июль 2015 г.**

Организмы	До воздействия (контроль)				После воздействия			
	Станция 1	Станция 2	Станция 3	% травмированных особей	Станция 4	Станция 5	Станция 6	% травмированных особей
Олигохеты	466,7	1279,9	466,7	3,61	266,6	440,1	453,3	32,18
Высшие раки	-	26,7	-	-	26,7	173,3	133,3	92,00
Хирономиды	346,7	79,9	426,6	-	26,7	53,3	160,0	66,67
Прочие	413,4	226,7	40,0	-	280,0	546,7	506,6	8,15
Всего	1226,8	1613,2	933,3		600,0	1213,4	1253,2	
% травмированных	1,09	2,48	2,86	2,12	26,67	29,54	35,11	31,28

Таблица 3 - **Распределение биомассы (г/м^2) основных групп кормового бентоса в Ульяновском плесе Куйбышевского водохранилища в районе проведения сейсморазведочных работ, июль 2015 г.**

Организмы	До воздействия (контроль)				После воздействия			
	Станция 1	Станция 2	Станция 3	% травмированных особей	Станция 4	Станция 5	Станция 6	% травмированных особей
Олигохеты	1,21	5,40	1,69	3,60	0,46	1,48	1,08	27,88
Высшие раки	-	0,05	-	-	0,39	0,89	0,40	85,77
Хирономиды	0,33	0,17	5,38	-	0,06	0,10	0,25	59,37
Прочие	2,32	1,23	0,24	-	2,56	2,74	1,62	15,58
Всего	3,86	6,85	8,24		3,47	5,21	3,35	
% травмированных	0,90	2,45	1,31	1,66	25,90	30,97	32,91	30,04

После проведения сейсморазведочных работ количество травмированных животных возросло почти в 15 раз по численности, в 19 раз по биомассе и в среднем доля их составила 31,28% от общей численности при размахе колебаний от 26,67% (ст. 4) до 35,11% (ст. 6), а биомасса, соответственно, 30,04% (25,90-32,91%%, табл. 2, 3). Наибольшему травмированию подверглись бокоплавы (92% от их численности, 85,77% от биомассы). Также были единично обнаружены поврежденные полихеты *H.invalida.* Следует отметить, что наиболее высокий процент травмированных организмов бентоса регистрировался в прибрежных станциях, где глубина колебалась от 5 до 13 м. Эффект воздействия на мелководье или в местах, где поверхность дна неблагоприятна для затухания звуковой волны, проявляется более сильно, и расстояние с ощутимым эффектом может значительно возрасти (Немчинова, 2007).

Литература

Баканов А.И. О появлении пиявки *Archaeobdella esmonti* (Arhynchobdellea, Herpobdellidae) в волжских водохранилищах // Зоол. журн. – 1993, Т.72, вып. 6. – С.135-137.

Балашканд М.И., Ловля С.А. Источники возбуждения упругих волн при сейсморазведке на акваториях. – М.: Недра, 1977. – 112 с.

Балашканд М.И., Векилов Э.Х., Ловля С.А. и др. Новые источники сейсморазведки, безопасные для ихтиофауны. – М.: Наука, 1980. – 79 с.

Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В., Загорская Е.П., Антонов П.И. Распределение инвазионных видов в составе донных сообществ Куйбышевского водохранилища: анализ многолетних исследований // Изв. Самарского научного центра Российской Академии наук. – 2008, т.10, № 2. – С. 547-558.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. – Л.: ГосНИОРХ, 1983. – 51 с.

Мунгиев А.А. Оценка воздействия сейсморазведочных работ на морскую фауну и флору // Методы экологических исследований. Юг России: экология, развитие. – 2009, №2. – С. 25- 26.

Немчинова И.А. Сейсморазведка, ее влияние на морскую биоту и исходные данные для оценки воздействия пневмоисточников на зоопланктон // Труды Сахалинского научно-исследовательского института рыбн. хоз-ва и океанографии. – 2007, Т.9. – С. 223-239.

Оценка влияния упругих колебаний на поведение и выживаемость гидробионтов: год. отчет разд. 2 темы «Влияние на гидробионтов электр. полей и упругих колебаний, применяемых в мор. геофиз. работах» / Кольский научн. центр им. С.М.Кирова, Мурманск. мор. биол. ин-т АН СССР; Отв. исп. В.М.Муравейко. – Дальние Зеленцы, 1089. – 13 с.

Решение секции охраны водных экосистем НТС ФГБУЦ «Цурен». 4 марта 2015 г. – 2015.

ABSTRACT. Qualitative and quantitative parameters of zoobentosnyh communities are given at baseline and experimental plots of the Ulyanovsk Reach of the Kuibyshev reservoir in the area of the seismic survey. The effects of exposure to air gun subarray of zoobenthos are quantified.

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОБИОЦЕНОЗОВ САРАЛИНСКОГО УЧАСТКА ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА (РТ)

Н.Ш. Ахметзянова[1], С.А. Удачин[1], М.Г. Борисович[2], М.А. Горшков[1], А.Э.Калайда[1]

[1]Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Казань
[2]Министерство экологии Республики Татарстан
[1]gosniiorh@mail.ru; [2]Borisowi@uandex.ru

Саралинский участок Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника (ВКГПБЗ) по физико-географическому положению занимает южную часть Волжско-Камского междуречья, образуя омываемый с трех сторон водами Куйбышевского водохранилища полуостров (Кочанов, Шулаев, 2009). Площадь его составляет 4170 га, которая изборождена протоками и заливами с островами и полуостровами. 500 метровая прибрежная полоса акватории Куйбышевского водохранилища также входит в состав охранной зоны заповедника.

В вегетационный период 2014 г. Татарским отделением ФГБНУ ГосНИОРХ в рамках мониторинговых исследований было проведено изучение гидробиоценозов Саралинского участка ВКГПБЗ. Сбор материала производился у входа в Атабаевскую протоку, в заливе между Большим и Средним островами и в левобережных участках р. Волги (русло затопленной р. Сармы). Отбор проб зообентоса осуществлялся с помощью дночерпателя Петерсона, с площадью захвата 0,025 м^2 по 4 пробы с каждой станции. Зоопланктон собирали путем фильтрации 50 л воды через сеть Апштейна. Пробы зообентоса фиксировали 70% раствором этилового спирта, а зоопланктона 4% раствором формалина. Материал обрабатывали по общепринятой методике (Методика…, 1975; Методические рекомендации…, 1982, 1983). Определяли абсолютные и относительные величины численности и биомассы (сырой вес) отдельных видов и таксонов. При изучении структуры беспозвоночных использовали индекс видового разнообразия Шеннона по численности. Для характеристики качества вод в каждом из исследуемых участков определяли биотический индекс Вудивисса (Woodiwiss, 1964), основанный на индикаторном значении крупных таксонов бентосных животных. Для зоопланктона определялся также индекс сапробности Пантле и Букка в модификации Сладечека.

Всего за период исследования было собрано и обработано 9 проб зоопланктона и 36 проб зообентоса.

Сбор ихтиологического материала проводили с помощью ставных сетей длиной 60 м размером ячеи от 45 до 80 мм. Вылов рыбы производился как на перечисленных гидробиологических станциях, так и на старом русле р. Камы. Об изменении численности рыб разных видов в уловах судили по их количеству

в улове на 1 сеть (экз./сеть) Сбор биологических показателей рыб и регистрирующих структур для определения возраста осуществляли по И.Ф. Правдину (1966). Для установления стадий зрелости гонад пользовались общепринятой методикой (Никольский, 1963).

Всего осуществлено 7 выездов к местам сетепостановок с периодичностью в один месяц: в весенний, летний, осенний и зимний периоды. В вегетационный период экспозиция выставляемых сетей составляла 1 сутки, зимой – 3-4 суток.

Выезд к станциям по открытой воде осуществлялся на лодке Казанка-3, оборудованной подвесным мотором, мощностью 50 л.с; по льду – на снегоходе «Буран».

За исследуемый период 2014 г. массовым промерам подверглись 1148 экз. рыб.

1. Зоопланктон

В Саралинском участке ВКГПБЗ за вегетационный период 2014 г. было зарегистрировано 16 видов зоопланктона, из них коловратки были представлены 5 видами (31,0% от общего количества видов), ветвистоусые ракообразные – 5 видами (31,0%) и веслоногие рачки – 6 видами (38,0%). В качественном отношении основные группы представлены одинаково: по 12 видов – на протоке и заливе, 10 видов – на левом берегу р. Волги.

Среднее число видов на одну пробу составляет 7,0±1. Средний индекс видового разнообразия по данному участку за вегетационный сезон составляет 1,98±0,03 бит/экз. Структурообразующий комплекс зоопланктона представлен: коловратками *Asplanchna priodonta* Gosse, 1850, *Brachionus calyciflorus* Pallas, 1766, *Brachionus diversicornis* (Daday, 1883) – в весенний период и ветвистоусыми рачками *D. cucullata* и *Bosmina (B.) longirostris* (O.F.Muller,1785) – летом.

Средняя численность организмов зоопланктона за вегетационный сезон равна 44,0±17,3 тыс. экз./м^3, из них: 40,0±13,0% составляют коловратки, 39,0±16,0% - ветвистоусые ракообразные и 20,0±4,0% – веслоногие ракообразные. В весенний период средняя численность зоопланктона равна 70,3±26,3 тыс. экз./м^3, в планктоне доминировала группа коловраток (71,0±2,0%). Летом средняя численность зоопланктона была значительно меньше и равнялась 17,7±11,0 тыс. экз./м^3.

Средняя биомасса зоопланктона за вегетационный период равна 0,32±0,1 г/м^3. Основу биомассы зоопланктона составляют ракообразные: ветвистоусые рачки – 39,0±18,0%; веслоногие рачки – 32,0±9,0%. Весной средняя биомасса по участку была равна 0,5±0,1 г/м^3, основу биомассы зоопланктона составляли коловратки (56,0±11,0%). Летом показатели биомассы были небольшие и равнялись 0,15±0,1 г/м^3; в планктоне преобладали ветвистоусые рачки родов дафния и босмина.

Максимальные количественные показатели зоопланктона наблюдались весной у входа в Атабаевскую протоку: численность равнялась 122,8 тыс. экз./м^3, а биомасса - 0,75 г/м^3. Они были обусловлены доминированием коловраток *A. priodonta* и *Br. diversicornis* (табл. 1).

Таблица 1 - **Показатели зоопланктона Саралинсокого участка ВКГПБЗ в 2014 году**

Показатель	Протока		Залив		Левый берег р. Волги (р. Сарма)	
	май	июль	май	июль	май	июль
Число видов, в том числе:	8	6	10	6	9	2
Rotifera	4	1	5	3	4	1
Cladocera	1	3	1	2	1	1
Copepoda	3	2	4	1	4	0
Численность, экз./м^3, в том числе:	122800	39000	45600	12000	42400	2200
Rotifera	93000	1000	31000	2400	29500	200
Cladocera	4500	28000	600	7200	2500	2000
Copepoda	25300	10000	14000	2400	10400	0
Биомасса, мг/м^3, в том числе:	749,1	383,7	401,1	51,1	318,6	16,6
Rotifera	588,1	0,5	193,9	2,5	128,2	0,2
Cladocera	4,8	278,8	3,6	30,6	6,3	16,4
Copepoda	156,2	104,4	203,6	18	184,1	0
Индекс видового разнообразия, бит/экз.	2,45	1,75	2,56	1,85	2,71	0,44
Индекс сапробности Пантле и Бука, в модицикации Сладечека	1,73	1,71	1,75	1,79	1,97	1,82

Средний индекс сапробности данного участка составляет 1,8±0,03, интервал колебаний в течение вегетационного сезона незначителен и равен 1,71-1,97, что соответствует β-мезосапробной зоне, умеренно загрязненной степени, III классу качества воды.

2. Зообентос

В Саралинском участке ВКГПБЗ в составе зообентоса за вегетационный период 2014 г. зарегистрировано 27 видов беспозвоночных 13-ти семейств, из которых 10 относятся к личинкам хирономид (37,05%), по 5 – к олигохетам и моллюскам (18,52%), 4 – к ракообразным (14,81%), по одному виду – к мокрецам, полихетам и хаоборидам (3,70%).

Качественный состав между участками распределен равномерно: 12 видов – на протоке, 13 видов – на левом берегу р. Волги, 14 видов – в заливе (табл. 2). Средний индекс видового разнообразия за исследуемый период составил 2,14±0,22 бит/экз. и колебался в диапазоне от 1,71 бит./экз. (залив) до 2,41 бит/экз. (р. Сарма). Структуру зообентосного сообщества составили моллюски *Dreissena polymorpha* (Pallas,1771), *D.bugensis* (Andrussov, 1897), *Lithogliphus naticoides* C.Pfeiffer,1828, хирономиды *Chironomus f.l.semireductus* Lenz., *Cryptochironomus ussuriensis* Goetghebuer,1933, *Procladius.(H.) ferrugineus* Kieffer, 1919, *Procladius.(H.)choreus* Meigen,1804 и ювенильные особи олигохет рода Limnodrilus.

Таблица 2 - **Показатели зообентосного сообщества Саралинского участка ВКГПБЗ за весенне-летний период 2014 г.**

Показатели	Сезон	Протока	Залив	р. Сарма	В среднем по участку
Число видов	Весна	7	1	5	10
	Лето	7	13	11	25
	Среднее за год	12	14	13	27
Индекс Шеннона по N, бит./экз.	Весна	2,51	0	2,05	1,52±0,77
	Лето	2,1	3,42	2,76	2,76±0,38
	Среднее за год	2,31	1,71	2,41	2,14±0,22
Общая численность, экз./м^2	Весна	190,0 (190,0)	10,0 (10,0)	120,0 (90,0)	106,7±52,4 (96,7±52,1)
	Лето	330,0 (320,0)	210,0 (130,0)	390,0 (370,0)	310,0±52,9 (273,3±73,1)
	Среднее за год	260,0 (255,0)	110,0 (70,0)	255,0 (230,0)	208,3±49,2 (185,0±57,9)
Общая биомасса, г/м^2	Весна	1,42 (1,42)	0,06 (0,06)	2,71 (0,15)	1,40±0,77 (0,54±0,44)
	Лето	2,30 (0,72)	314,12 (0,81)	4,78 (1,89)	107,07±103,53 (1,14±0,37)
	Среднее за год	1,86 (1,07)	157,09 (0,44)	3,75 (1,02)	54,23±51,43 (0,84±0,20)

Примечание: В скобках: численность и биомасса без учета моллюсков

Средняя общая численность зообентоса на Саралинском участке за вегетационный период составила 208,3±27,74 экз./м^2 и колебалась от 110,0 экз./м^2 (залив) до 260,0 экз./м^2 (протока), биомасса – 54,23±51,43 г/м^2 (1,86 г/м^2 на протоке – 157,09 г/м^2 в заливе) (табл.2). Без учета моллюсков эти показатели по численности равны 185,0±57,9 экз./м^2 (70,0-255 экз./м^2), по биомассе – 0,84±0,20 г/м^2 (0,44-1,07 г/м^2). Численность зообентоса формировалась за счет личинок хирономид (доминанты *Ch. f.l.semireductus* – 21,6%, *Cr. ussuriensis* – 12,0%, *Pr.(H.)choreus* – 9,6%) и олигохет (доминант *Limnodrilus sp.juv*.– 11,2%), а биомасса – за счет развития моллюсков с доминированием *Unio pictorum* (L.,1758) – 81,11% и *D.polymorpha* – 14,46%.

По всем станциям по сравнению с весенним периодом в июле наблюдается повышение количественных показателей, что обусловлено развитием личинок хирономид. Средняя численность организмов зообентоса в июле составила 310,0±52,92 экз./м^2 (210,0-390,0 экз./м^2), при средней биомассе 107,06±103,53 г/м^2 (2,30-314,12 г/м^2, табл.2), что в 2,91 раз по численности, в 77,02 раза по биомассе выше таковых показателей весеннего периода (без учета моллюсков, соответственно в 2,83 и в 2,13 раза).

Наибольшая численность (370 экз./м^2) и биомасса (1,89 г/м^2), без учета моллюсков, в июле отмечена на илисто-песчаном грунте левобережных участков р. Волги (гл. 6,2 м), где 61,54% численности 37,3% биомассы приходится на личинок хирономид (рис. 1 и 2). Наиболее распространенными видами являются

Ch.f.l.semireductus Lenz., *Harnischia curtimellata* (Malloch,1915) и *Pr.(H.) ferrugineus* Kieffer,1919. Довольно высока доля олигохет, которым приходится 30,77% от общей численности. Доминантами среди них являются ювенильные особи *Limnodrilus sp.*

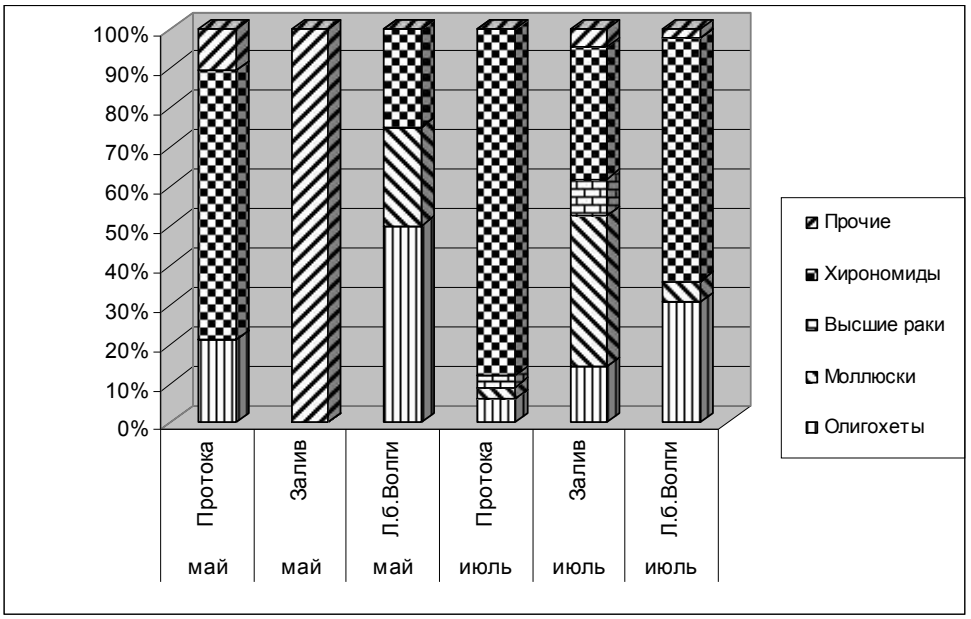


Рисунок 1 - **Процентное соотношение численности отдельных групп зообентоса в Саралинском участке ВКГПБЗ (Примечание: Л.б. – Левый берег)**

Структурообразующий комплекс на протоке также представлен личинками хирономид, таких как *Cr. ussuriensis*, *Ch.f.l.semireductus* и *Pr.choreus.* Средняя общая численность на илистых грунтах протоки составила 330 экз./м^2, при биомассе 2,30 г/м^2.

Доминирующий комплекс видов по численности в заливе образуют двустворчатые моллюски (*D.polymorpha*, *D.bugensis*) и личинки хирономид (*P.gr.nubeculosum*), которым, соответственно, приходится 38,1 и 33,33%% от общей численности. Основу биомассы в заливе создают двустворчатые моллюски (99,74%). Средняя численность зообентоса на песчано-илистых грунтах на глубине 4 м составила 210,0 экз./м^2, а биомасса 314,12 г/м^2 (табл. 2). На этом участке в июле отмечается самое высокое видовое разнообразие (3,42 бит/экз.), что свидетельствует о благополучном состоянии этого участка. Биотический индекс, равный 5, также подтверждает, что вода этого участка удовлетворительно чистая.

В весенний период структуру сообщества на протоке образуют личинки хирономид, такие как *Pr. (H.) ferrugineus*, *Pr. (H.) choreus* и *Ch.f.l.semireductus*, на долю которых приходится 68,42% от общей численности и 79,58% – от биомассы. Средняя численность составляет 190,0 экз./м^2, при биомассе 1.42 г/м^2

(табл. 2). На Волге доминантами по численности являются олигохеты *Limnodrilus sp.juv*., по биомассе – брюхоногие моллюски *Lithogliphus naticoides* C. Pfeiffer, 1828, доля которых, соответственно, составляет 50,0% и 94,46% от общей биомассы. В заливе зообентос развит слабо.

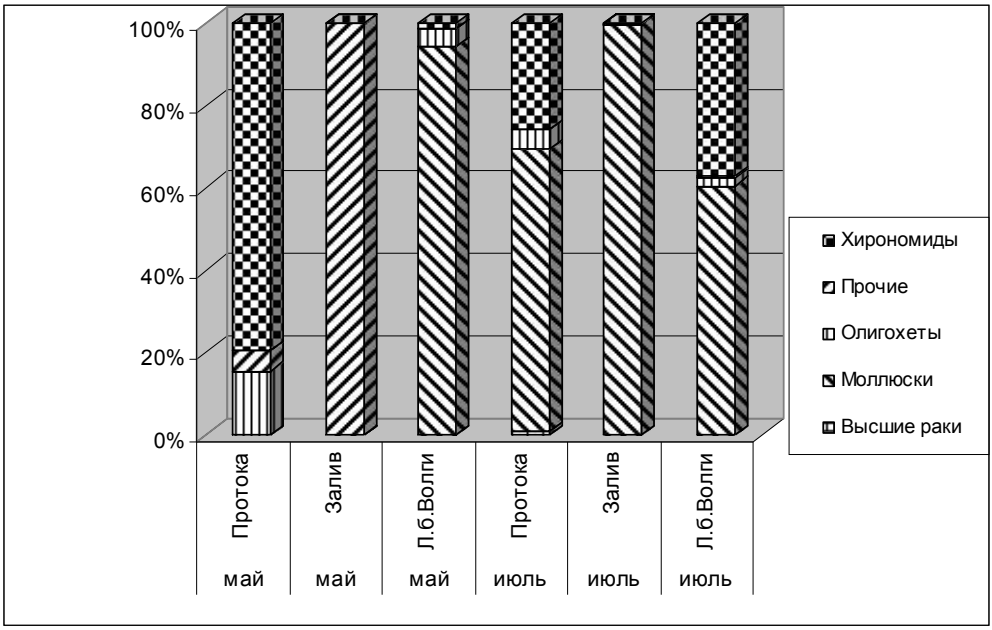


Рисунок 2 - **Процентное соотношение биомассы отдельных групп зообентоса в Саралинском участке ВКГПБЗ (Примечание: Л.б. – Левый берег)**

В целом, все обследованные участки Саралинского участка заповедника можно классифицировать как удовлетворительно чистые, что подтверждает достаточно высокий индекс видового разнообразия (см. табл.).

По классификации Ц.И.Иоффе (1961) в целом акватория ВКГПБЗ оценивается как среднепродуктивный участок водохранилища (табл. 3).

Рыбами используется не только мягкий бентос. Раньше запасы дрейссены активно использовались малоценными видами рыб, как плотва и густера. В меньшей степени ее потребляли также лещ, стерлядь, язь, белоглазка и др. С созданием в Куйбышевском водохранилище промыслового стада сазана, промысловые запасы которого по данным 2007-2013 гг. составляет от 455 т (2011 г) до 712 т (2013 г.), использование дрейссены возросло.

Таблица 3 - **Классификация Волжско-Камского плеса по уровню развития донной фауны**

Показатель	Сезон	Протока	Залив	Левый берег Волги	В целом по плесу
Биомасса, г/м^2 (кормовой бентос)	Весна	1,42	0,06	0,15	0,54±0,44
	Лето	0,72	0,81	1,89	1,14±0,37
	В среднем за год	1,07	0,44	1,02	0,84±0,20
Биомасса общая, г/м^2	Весна	1,42	0,06	2,71	1,40±0,77
	Лето	2,30	314,12	4,78	107,07±103,53
	В среднем за год	1,86	157,09	3,75	54,23±51,43
Оценка по кормности		Средне-продуктивный	Средне-продуктивный	Средне-продуктивный	Средне-продуктивный

В целом по уровню развития зоопланктона и зообентоса обследованные участки относятся к мезотрофным, умеренно-загрязненным водоемам.

3. Ихтиофауна

За исследуемый период в акватории Куйбышевского водохранилища, прилегающего к ВКГПБЗ, в уловах выявлено 15 видов рыб, из которых большая часть (66,67%) относится к семейству карповых (лещ *Abramis brama*, плотва *Rutilus rutilus*, синец *Abramis ballerus*, белоглазка *Abramis sapa*, густера *Blicca bjoerkna*, жерех *Aspius aspius*, сазан *Cyprinus carpio*, чехонь *Pelecus cultratus*, язь *Leuciscus idus*, карась серебряный *Carassius auratus*), 3 вида (20,0%) - к семейству окуневых (судак *Stizostedion lucioperca*, берш *Stizostedion volgense*, окунь *Perca fluviatilis*), по одному виду (6,67%) к семейству осетровых (стерлядь *Acipenser ruthenus*) и щуковых (щука *Esox lucius*). Доминантами по численности среди них в весенний период являются плотва и лещ, летом и осенью синец и сазан, зимой - сазан и судак.

Исследования на протоке (ст. 1) проводили во все сезоны года: весна, лето, осень и зима. Каждый сезон выставлялось по 2 сети, размером ячеи 70-80 мм.

Берега протоки характеризовались обильным зарастанием высшей водной растительностью, служащей местами нереста и нагула фитофильных видов рыб. Ширина протоки в месте постановки сетей составляла в среднем 70-80 м.

Всего за период исследования на протоке отмечено 10 видов рыб, относящихся к трем семействам: карповые, окуневые, щуковые.

В весенних уловах на станции №1 выявлено 8 видов рыб. По численности доминировал лещ (68,9%), длиной от 34 до 40 см. В этот период проходил массовый нерест леща. Абсолютное большинство выловленного леща находилось на V стадии зрелости гонад. В меньшей степени отмечались рыбы, находящиеся на VI-II стадии и еще меньшей – на IV. Субдоминантом в уловах являлся сазан, на долю которого

приходился 21,1% от общей численности выловленных рыб, размером от 42 см до 45 см, (рис. 3).

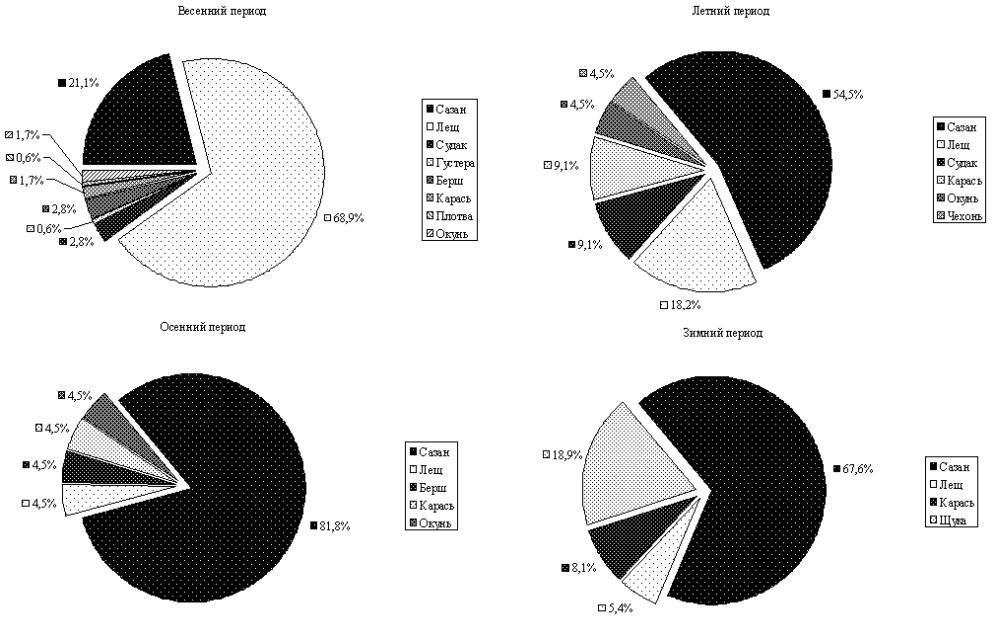


Рисунок 3 - **Процентное соотношение добытой рыбы по сезонам на станции №1**

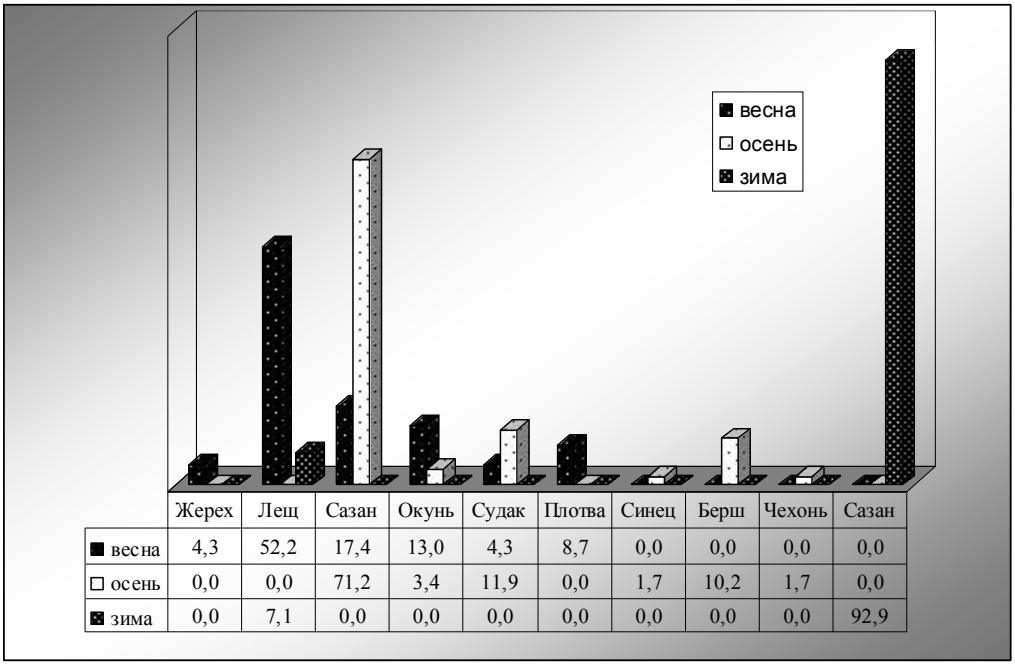
Наименьшее количество в уловах составлял судак, размером от 30 до 40 см и берш, соответственно, от 26 до 27 см. На долю этих видов приходилось 5,6%. Менее 1% составляли в уловах плотва и густера (по 0,6%).

В последующие сезоны года видовое разнообразие уловов значительно уменьшилось: летом – до 6 видов, осенью – до пяти, зимой – до четырех (рис.3). Видовой состав уловов во все остальные периоды определяет сазан, на долю которого, соответственно, приходится 54,5%, 82,0% и 67,6% от общего улова. На втором месте по численности в летний период был лещ (18,2%), а зимой – щука (18,9%). В равных объемах в осенних уловах отмечались лещ, берш, карась серебряный и окунь (по 4,5%). Максимальный размер выловленной зимой щуки составил 99 см, средний – 75,4 см. Средний размер карася – 25 см, леща – 26 см.

Акватория станции №2 (залив) характеризовался преобладанием небольших островов и заливов с глубиной от 2 м по берегам до 4 м в центре. Исследования на данном участке проводились весной, осенью и зимой. В летний период из-за сработки уровня воды проведение наблюдений были затруднены. Глубина в межень варьировала от 2 до 3 м, по берегам до 1 м и менее. На ст.2 использовались 4 сети ячеей 70 мм.

Всего за период исследования на ст. 2 (залив) выявлены 10 видов рыб, относящихся к двум семействам. Весной основную долю в уловах по численности занимал лещ (52,2%), средний размер которого составил 35-36 см (рис. 4). Большинство выловленных лещей находилось на IV-V стадии зрелости половых продуктов. В равных количествах вылавливался сазан (17,4%) и окунь (13%). В уловах встречался жерех (4,3%), средним размером 26 см; судак (4,3%), размером 41 см и плотва (8,7%), средней длиной 23 см.

В осенний период основным структурообразующим видом в ихтиоценозе выступал сазан, более 70% в уловах (рис. 4). Средний размер его составлял 44-46 см. В меньшем количестве встречался судак (11,9%) и берш (10,2%). Единичны были окунь (3,4%), синец (1,7%) и чехонь (1,7%) (рис. 4).



	Жерех	Лещ	Сазан	Окунь	Судак	Плотва	Синец	Берш	Чехонь	Сазан
■ весна	4,3	52,2	17,4	13,0	4,3	8,7	0,0	0,0	0,0	0,0
□ осень	0,0	0,0	71,2	3,4	11,9	0,0	1,7	10,2	1,7	0,0
▩ зима	0,0	7,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	92,9

Рисунок 4 - **Процентное соотношение выловленной рыбы на станции №2 в 2014 г.**

В зимний период уловы характеризовались низким видовым разнообразием. 93% от всей выловленной рыбы составлял сазан, размером от 44 до 51 см. Чуть более 7% приходилось на леща, размер которого в среднем составлял 39 см.

На левобережном участке р. Волги (русло р. Сарма, ст.3) обловы проводились во все сезоны года. В вегетационный период двумя сетями, размером ячеи 45-50 мм, связанными между собой; в зимний период сетями, размером ячеи 80 мм.

В нерестовый период (май-июнь) на р. Сарма в уловах преобладала плотва, среднего размера 23-26 см, составлявшая 58,6% от общей численности вылова. 20,6% от всей выловленной рыбы составляли в равных объемах язь и лещ, размеры которых колебались от 26 до 27 см и от 29 до 30 см, соответственно. На долю остальных видов приходилось от 3,4% до 6,9% от общей численности улова (рис. 5). Более 40% выловленной плотвы, леща и окуня находились на V (текучей) стадии зрелости гонад, остальная часть этих видов оставалась на IV стадии зрелости. В незначительном количестве (1%) встречались рыбы на VI-II стадии зрелости. Всего на этом участке в период нереста обнаружено 13 видов рыб, относящихся к двум семействам.

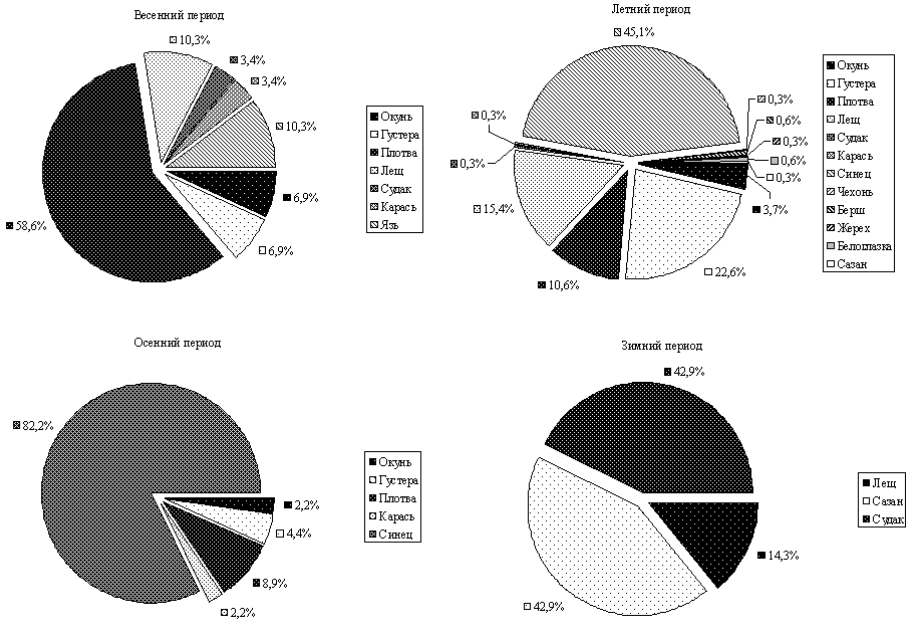


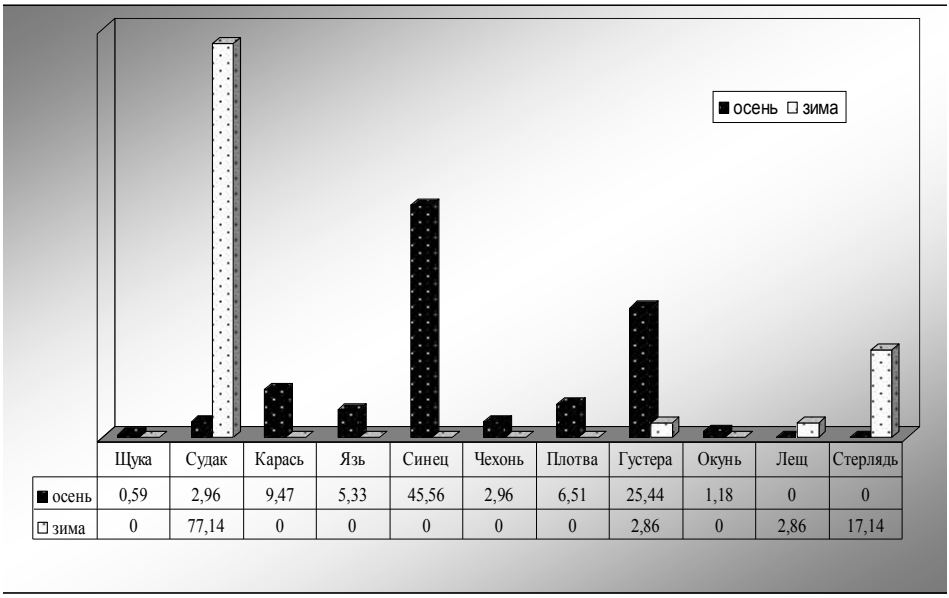
Рисунок 5 - **Процентное соотношение выловленной рыбы на станции №3 в 2014 г.**

В летний период на ст.3 в уловах преобладал синец, размером 25-28 см, составлявший 45,1% от общей численности. Субдоминантами являлись густера и лещ, составлявшие, соответственно, 22,6% и 21,7% от общего улова. Численность плотвы в уловах достигала 10,6%. Менее 1% в летних уловах составляли судак, берш, жерех, чехонь, карась и сазан. Более 20% выловленного в этот период синца находилось на стадии выбоя (VI стадия), остальная часть - на стадии VI-II. Большая часть леща находилась на стадии VI -II.

Абсолютное преобладание синца в уловах сохранилось так же и в осенний период. Его численность составляла 82,3% от общего улова. 17,7% улова разделили между собой плотва (8,9%), густера (4,4%), окунь (2,2%) и карась (2,2%).

В зимний период исследования проводились лишь в декабре. На данном участке экспозиция сетей составляла 4 суток, при этом использовались 2 соединенные между собой сети, ячеей 80 мм. За этот период на станции №3 было выловлено 7 экземпляров рыб, состоящих из сазана (3 экз.), судака (3 экз.) и леща (1 экз.), размеры которых колебались от 41 до 49 см, от 63 до 64 см и 40 см, соответственно.

Исследования на старом русле Камы (ст. №4) проводились в осенне-зимний период. Осуществлялась постановка 2 сетей, ячеей 65 мм, связанных между собой в кладку. В осенний период в уловах массовыми видами рыб являлись синец (45,5%) и густера (25,4%) (рис.6). В этот период в уловах были встречены карась (9,5%), плотва (6,5%), язь (5,3%), в незначительном количестве были зафиксированы чехонь (3,0%), судак (3,0%) и окунь (1,2%). Менее 1% в уловах составляла щука (рис. 6).



	Щука	Судак	Карась	Язь	Синец	Чехонь	Плотва	Густера	Окунь	Лещ	Стерлядь
осень	0,59	2,96	9,47	5,33	45,56	2,96	6,51	25,44	1,18	0	0
зима	0	77,14	0	0	0	0	0	2,86	0	2,86	17,14

Рисунок 6 - **Процентное соотношение выловленной рыбы по сезонам на станции №4**

В зимний период видовое разнообразие уловов было представлено судаком, густерой, лещем и стерлядью. Доминирующим видом являлся судак, доля которого в уловах достигала 77,1%. Средний размер выловленного судака составлял 46 см, максимальный - 73 см. Густера и лещ в зимних уловах составляли по 2,9%.

В период зимних исследований в пределах станции №4 была добыта стерлядь (6 экз.), доля которой в уловах достигала 17,1%. Размеры добытой стерляди колебались от 25 до 39 см, в среднем составляя 29 см.

Крупные особи стерляди (39 см и 28 см) подверглись камеральной обработке на выявление стадии зрелости гонад и определения пола рыб. Оба экземпляра оказались самками. Особь длиной тела 39 см (при массе тела 232 г) была на II жировой стадии зрелости, а вторая, длиной 28 см (при массе тела 92 г) была на II стадии зрелости половых продуктов. Остальные экземпляры стерляди, после промеров длины тела, были выпущены обратно в водоем.

Параллельно с ихтиологическими исследованиями на территории ВКГПБЗ проводились рыбохозяйственные исследования на территории Мешинского залива Куйбышевского водохранилища. Мешинский залив характеризуется однородностью расположения и строения относительно залива Саралинского участка ВКГПБЗ. Главной его особенностью является то, что залив активно осваивается промыслом, и подвергается интенсивному браконьерскому прессу.

Анализ собранного ихтиологического материала в акватории Куйбышевского водохранилища, прилегающего к ВКГПБЗ, а так же в акватории Мешинского залива Куйбышевского водохранилища позволил сделать следующие выводы:

- ихтиофауна акватории ВКГПБЗ отличается от других участков Куйбышевского водохранилища, в частности Мешинского залива (рис. 7), как видовым разнообразим, так и количественными показателями;

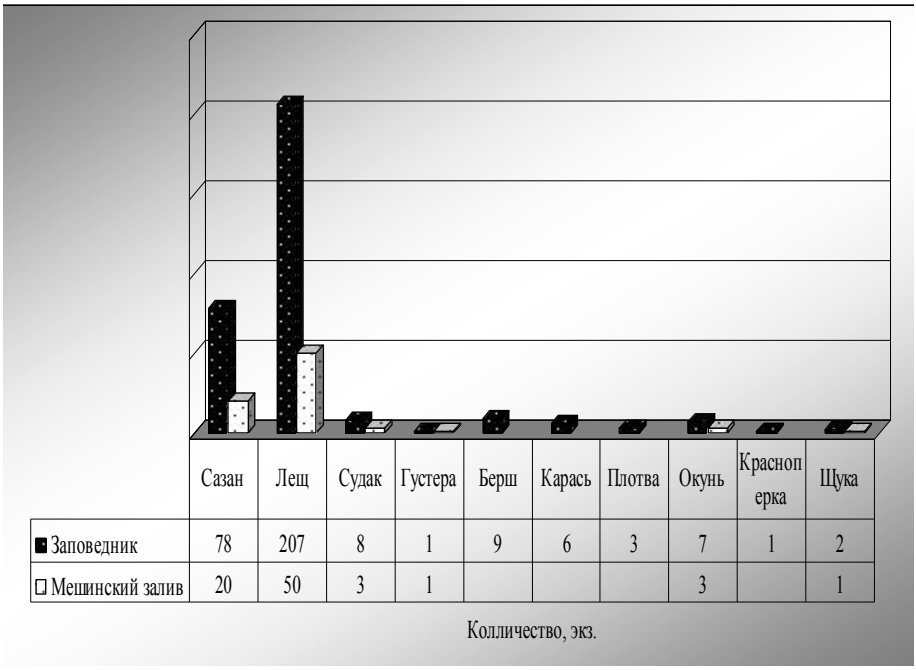


Рисунок 7 - **Видовой состав весенних сетных уловов (размер ячеи 70-75 мм) в Мешинском заливе и в акватории ВКГПБЗ**

- видовой состав уловов сетью размером ячеи 70 мм в ВКГПБЗ достигал 10 видов, тогда как в Мешинском заливе - 6 видов. Доминантами на обоих участках являлись лещ и сазан, но по количеству выловленной рыбы уловы на акватории заповедника в 4,14 и 3,9 раза, соответственно, превосходили таковые показатели Мешинского залива (рис. 7).

- выявлено, что средняя длина леща и судака в заповеднике несколько выше, чем в Мешинском заливе; так размеры леща колебались от 34 до 40 см против 26-32 см, судака до 40 см против 31-34 см, соответственно.

- отмечено, что в Мешинском заливе богаче представлено видовое разнообразие и численность уловов основных промысловых видов рыб в сетях 45 мм (рис. 8). Средние размеры рыб на обоих исследуемых участках практически одинаковы.

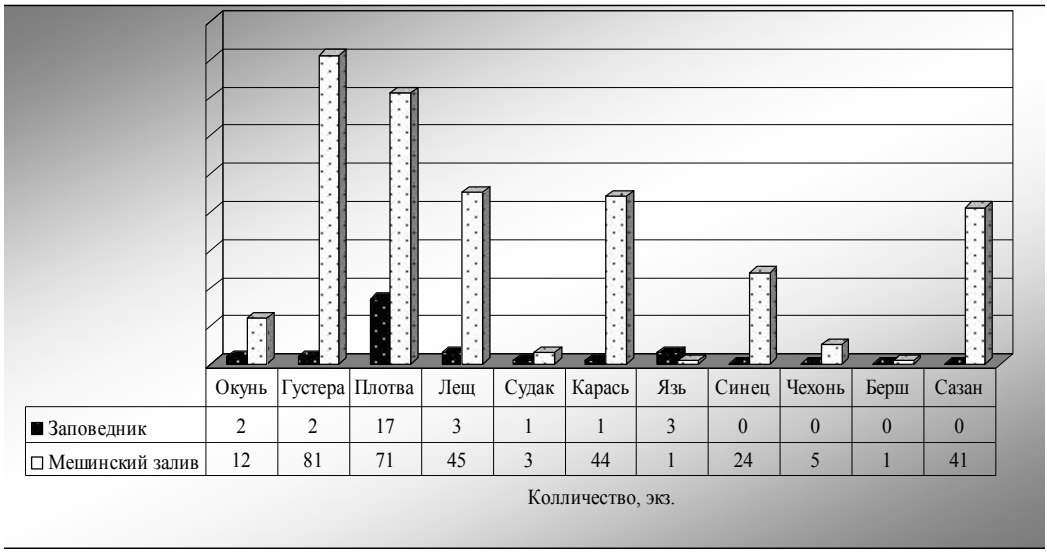


Рисунок 8 - **Видовой состав весенних сетных уловов (размер ячеи 45 мм) в акватории Мешинского залива и акватории ВКГПБЗ**

Литература

Кочанов М.А., Шулаев Н.В. Учебно-методическое пособие по проведению летней полевой практики по зоологии беспозвоночных на территории ВКГПБЗ со списками часто встречающихся и редких видов. – Казань: Изд-во КГУ, 2009. – 49 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. – Л.: ГосНИОРХ, 1982. – 33 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследовниях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. – Л.: ГосНИОРХ, 1983. – 51 с.

Никольский Г.В. Экология рыб. – М.: Высшая школа, 1963. – 368 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М: Пищевая пром-ть, 1966. – 376 с.

Woodiwiss F.S. The biological system of stream classification used by the Trent River Board // Chemistry and Industry. – 1964, Vol. 11. – PP. 443-447.

ABSTRACT. The results of the research of composition and of structure zooplankton, macrozoobenthos of the various sections of typical waters of the Kuibyshev reservoir, adjacent to the Saralinsky area of VKGPBZ during the growing season in 2014 is given. Results sizes, the number and stage of development of the fish population in all seasons.

ГЕЛЬМИНТОФАУНА РЫБ ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ПЛЕСА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Р.К. Ахтямова, Ф.М. Шакирова
Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Казань, gosniiorh@gmail.com

Изучение паразитиофауны рыб Куйбышевского водохранилища, как одного из важнейших направлений научных исследований проводилось издавна (Изюмова, Шигин, 1958; Кошева,1964; Вагин и др. 1966; Любарская, 1970 и т.д.)

В связи с изменением водных экосистем, произошедших под воздействием антропогенных и природных факторов, в последние годы сотрудники Татарского отделения серьезное внимание стали уделять изучению паразитофауны рыб на подведомственных водоемах (Шакирова, Северов, 2009; Померанцев, 2010; Байдова и др., 2011; Кузнецова и др., 2011 и др.)

В 2015 году в Волжско-Камском плесе Куйбышевского водохранилища при проведении ресурсных исследований сотрудниками отделения одновременно проводилось и ихтиопатологическое обследование рыб. Следует отметить, что паразитов, представляющих опасность здоровью человека, обнаружено не было, однако у исследованных рыб встречались такие паразитические организмы, как гельминты, включающие плоских, круглых и кольчатых червей, а также скребней.

В период исследований Ф.М. Шакировой и Ю.А.Северовым (2009) выявлено, что одной из наиболее распространенных болезней карповых рыб Куйбышевского водохранилища является лигулез, вызываемый плероцеркоидами *Ligula intestinalis* из рода *Ligula.* В августе 2004 года среди исследованного леща Мешинского залива зараженными оказались 32% рыб, тогда как в Старомайнском заливе в весенний период 2004-2008 гг. зараженность леща лигулой в среднем составляла 0,33, а густеры – 1,0 % (Шакирова, Северов, 2009).

Развитию лигулеза способствуют небольшие глубины, широкая зона прибрежной водной растительности, слабо выраженное течение, илистые грунты, преобладание низших ракообразных в составе зоопланктона и наличие рыбоядных птиц.

Паразитируют ремнецы в брюшной полости пресноводных рыб многих видов, но, в основном, у карповых. У рыб развивается атрофия внутренних органов, в том числе и гонад, что приводит к полному или частичному нарушению функции половых желез, бесплодию и значительной гибели пораженных рыб (Васильков, 1983).

В наших исследованиях в весенне-летний период 2015 года в Волжско-Камском плесе Куйбышевского водохранилища плероцеркоиды цестоды *L. intestinalis* у рыб, в частности, леща и густеры не были обнаружены, тогда как в осенний период (октябрь) зараженность лещей лигулой, составляла 7,1%, а густеры – 12,0%. Отмечено, что лигулой были заражены рыбы размером 21,0-21,5 см,

у которых наблюдалась значительная патология внутренних органов, а у одной рыбы органы были сильно атрофированы.

Известно, что одной из важнейших звеньев комплексной системы мер борьбы с данной инвазией в естественных водоемах является систематическое паразитологическое исследование рыб и с учетом полученных данных следует регулировать отлов рыбы в водоеме (Воронин и др., 2011).

Путем микроскопического исследования хрусталиков глаз у леща, густеры, сазана, синца, плотвы и судака, были обнаружены метацеркарии трематод рода *Diplostomum* семейства *Diplostomatidae*. При этом количество метацеркарий в хрусталике глаз леща колебалось от 1 до 9 экз., густеры – 1- 6, сазана - 1-2, синца – 1-5, плотвы - 1–12 и судака 1-2 экз. (рис. 1). Учитывая, что острое течение диплостомоза характерно для молоди рыб, а так как, исследованная нами рыба была старших возрастов, то данное состояние болезни, при слабой интенсивности инвазии, является хроническим состоянием. Отмечено, что практически все особи, отобранные для анализа, были поражены этим паразитом независимо от времени года.

Рисунок 1 - **Метацеркарии трематод рода *Diplostomum* в хрусталике глаза рыбы** (фото Р.К. Ахтямовой)

Следует отметить зараженность *Diplostomum spathaseum* и *D. clavatum* представителей семейства карповых и окуневых рыб и в Старомайнском заливе Куйбышевского водохранилища, (Сорокина, 2015).

При весенне-летних ихтиопаталогических исследованиях рыб в 2015 году у густеры и леща были отмечены единичные пигментированные пятна на поверхности тела. Тогда как в осенний период у 60% густеры и 20% плотвы была

обнаружена локальная пигментация и небольшие черные бугорки на поверхности тела и плавниках, достигавшие до 7 шт. на одной рыбе. При микроскопии этих бугорков были обнаружены метацеркарии, вызывающие постодиплостомоз (рис. 2).

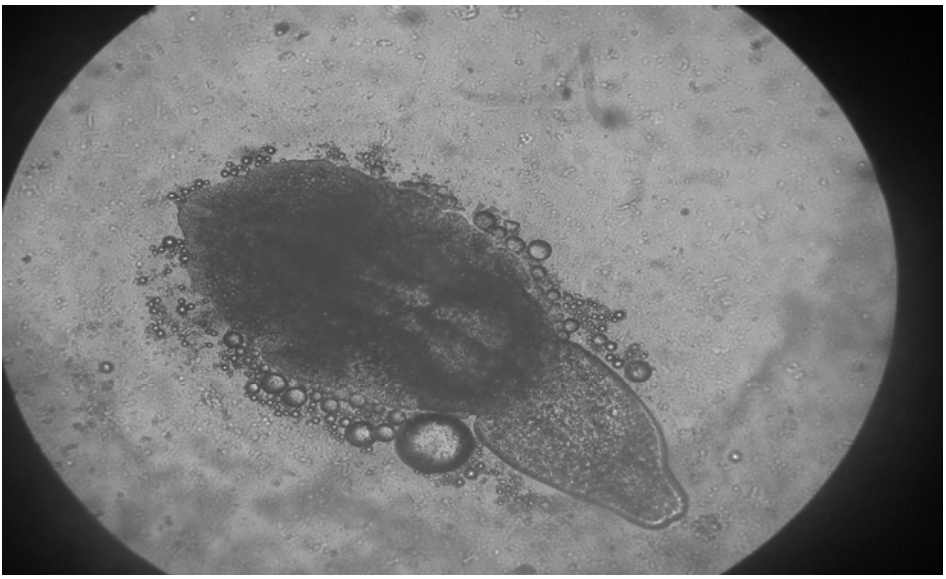


Рисунок 2 - **Метацеркарий дегенетического сосальщика *Posthodiplostomum cuticola*** (фото Р.К. Ахтямовой)

Возбудителем постодиплостомоза является метацеркарий дегенетического сосальщика *Posthodiplostomum cuticola* из семейства *Diplostomatidae*. Такие многочисленные черные пятна на теле рыбы портят её товарный вид.

При вскрытии рыб, в частности леща, в кишечнике был обнаружен гвоздичник *Cariophyllaeus laticeps*, число которого достигало 3 экземпляров. Однако эта цестода была обнаружена единожды при летних исследованиях рыб.

При осмотре в весенний период (конец мая 2015г) сазана длиной от 34 до 41 см, навеской от 765 до 1487 г, у 30% особей в чешуйных карманах были обнаружены самки нематоды *Philometroides luziana* по 1-2 экз. на одной рыбе.

В этот же период при осмотре лещей длиной 30-35 см и навеской от 603 до 813 г. в чешуйных кармашках рыб у 18% исследованных особей также были обнаружены самки филометры по 1 экз. на одной рыбе в области покраснений брюшной части. При сильном заражении рыб нематодами теряется их товарный вид в результате покраснений, припухлостей и язв на поверхности тела, а также из-за нарушений целостности плавательного пузыря. Зараженные особи плавают на боку головой вниз и не питаются. При дальнейших летних и осенних исследованиях филометры нами не были обнаружены.

Одновременно, при обследовании сазана в весенне-летний период 2015 г. в полости тела рыб были обнаружены единичные экземпляры скребня в инцистированном состоянии. Тогда как в осенний период у 50% вскрытых сазанов средней навески 1520 г были обнаружены скребни *Pomphorhynchus laevis* (Muller, 1776). Паразиты, закрепившиеся хоботком в печени и кишечнике, свисали в полость тела. Число их колебалось от 2 до 6 экземпляров на 1 рыбе (рис. 3).

Рисунок 3 - **Скребни из полости тела сазана** (фото Р.К. Ахтямовой)

Эти скребни паразитируют в кишечниках пресноводных рыб. Наиболее активно они могут заражать такие виды как язь, голавль, елец (Определитель…, 1987). В теле некоторых рыб паразит, как правило, половой зрелости не достигает. Таких рыб следует отнести к резервуарным хозяевам. Хищная рыба приобретает паразита, заглатывая мелкую зараженную рыбу. Первый промежуточный хозяин – различные бокоплавы, в том числе *Revulogammarus pulex* и *Gammarus lacustris* и др. В литературе имеется информация о сильном заражении сазана скребнем в ряде водоемов, где экстенсивность заражения достигает 100% при интенсивности, достигающей до 64 экземпляров паразита на одной рыбе. Так массовое поражение карповых *P. laevis* неоднократно описывалось и в западноевропейской литературе (Определитель …, 1987).

Скребни своим мощно вооруженным хоботком (рис. 4) внедряются в стенку кишечника рыбы, нередко пронизывают ее насквозь, внедряясь в печень. В местах

прикрепления образуются плотные соединительнотканные, величиной с горошину, узелки (Васильков, 1983). Скребни вызывают не только локальные повреждения, но и глубокие физиологические изменения в организме хозяина. Все это характеризует *P. Laevis* как довольно патогенного паразита.

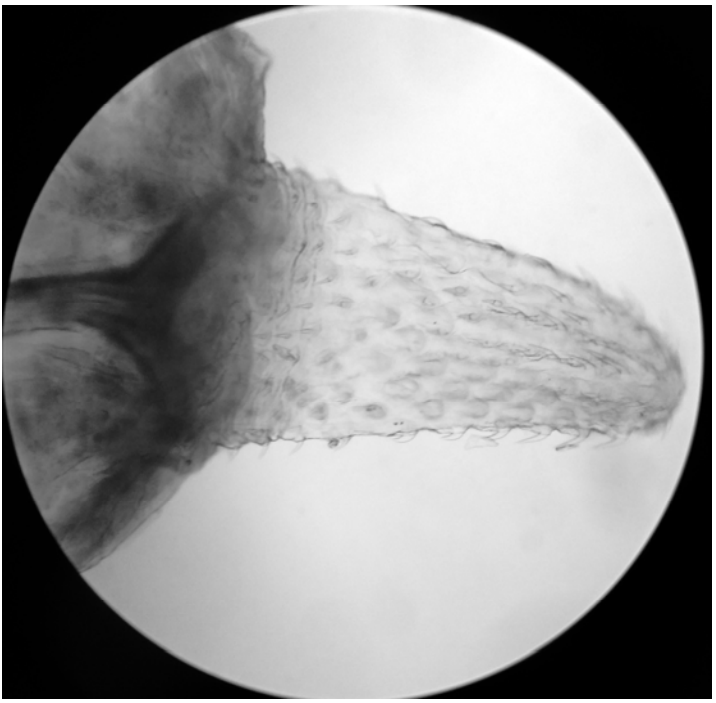


Рисунок 4 - **Хоботок скребня с крючьями** (фото Р.К. Ахтямовой)

Ранее, в первые годы заполнения Куйбышевского водохранилища, при изучении паразитофауны рыб Свияжского залива было отмечено присутствие трех видов скребней. *Acanthocephalus lucii* M. была обнаружена в кишечнике щуки и окуня, *Acanthocephalus anguillae* M. - в кишечнике и печени язя, *Echinorhynchus clavula* D. - в кишечнике чехони, сома и налима (Вагин и др., 1964). Позже, О.Д. Любарская (1970) в своих исследованиях относит колючеголовых червей к редким находкам Волжского плеса Куйбышевского водохранилища, где они были представлены одним видом *Acanthocephalus anguillae* (сем. Echinorhynchidae), обнаруженных на леще весной всего дважды (Любарская, 1970).

Исследование бычка-головача в Саратовском водохранилище обнаружило зараженность его скребнем *P. laevis*, локализующегося у него в кишечнике (Э = 46,67±13,33 %, Моб. = 1,20±0,57 экз.). Выявлено, что бычок-головач играет значимую роль резервуарного факультативного хозяина в жизненном цикле *P. laevis*

и способствует распространению в водохранилище патогенного для рыб скребня, вызывающего значительные механические повреждения и физиологические изменения в организме хозяина (Рубанова, 2009).

В настоящее время бычок-головач обнаружен в верхних участках Волжского плеса Куйбышевского водохранилища и процесс натурализации его на этом участке водохранилища продолжается (Шакирова и др., 2015). Поэтому не исключена вероятность зараженности бычка в водохранилище этим видом скребня.

Сегодня в Куйбышевском водохранилище впервые скребень *P. laevis* обнаружен у сазана. Практически у 100%, исследованных в весенний период 2016 года сазанов из Мешинского залива обнаружены скребни. Интенсивность заражения им достигает до 45 экземпляров паразита на одной рыбе.

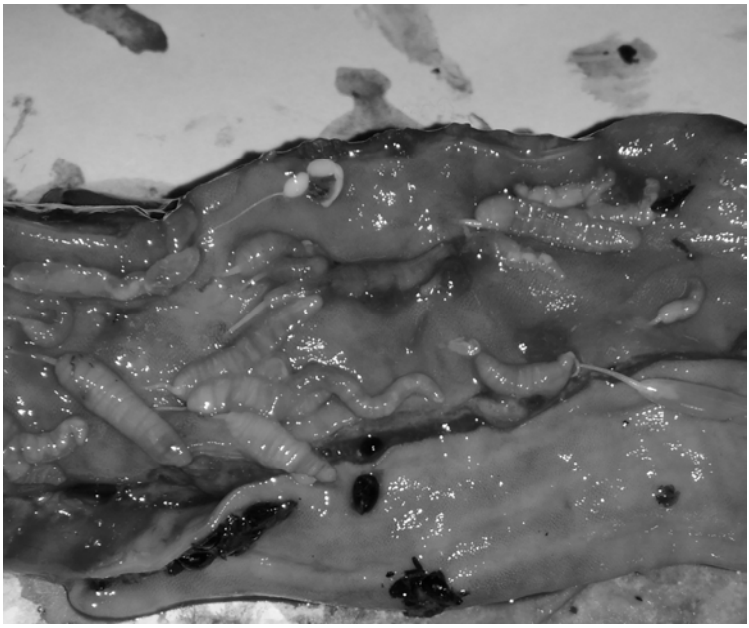


Рисунок 5 - **Скребни в кишечнике сазана из Мешинского залива в 2016 году**
(фото Р.К. Ахтямовой)

В период ихтиопаталогического обследования рыб в 2015 году у исследованных лещей были обнаружены пиявки. В ранних исследованиях О.Д. Любарской (1970) в Волжском плесе кольчатые черви были представлены только одним видом *Piscicola geometra* из сем. Piscicolidae. Причем паразит встречался у лещей в небольшом количестве во все сезоны, за исключением осени.

Хотя в 1970-е годы в Рыбинском водохранилище в массовом количестве была зарегистрирована пиявка *Caspiobdella fadejewi,* численность которой уже в 1980-е годы

была не только сопоставима с *Piscicola geometra,* но и значительно ее превышала (Лапкина и др., 2002).

По заключению ряда авторов (Эпштейн, 1987; Лапкина и др., 2002 и др.) увеличение численности рыбьих пиявок и их видового состава произошло не только в Рыбинском водохранилище, но и в других водохранилищах Волжского каскада. Таким образом, *C. fadejewi*, являясь обитателем Азово-Черноморского бассейна, проникла в водоёмы Волжского каскада и встречается в них уже более 30 лет. За последние 20 лет ареал этого паразита значительно расширился и численность его возросла. *C. fadejewi* стала серьезным конкурентом издавна обитающей в Волге пиявке *P. geometra.* (Лапкина и др., 2002).

В наших весенних исследованиях (май 2015 г.) пиявки были обнаружены у 27% обследованных лещей, встречаясь до 2 экземпляров в ротовой полости, в летний период (август 2015 г) – у 40% и, соответственно, от 2 до 13 штук в ротовой полости, в осенний период (октябрь 2015 г) – у 36% и до 10 экз. в ротовой полости. Все обнаруженные пиявки были определены, как *C. fadejewi.* Лишь единичные экземпляры *P. geometra* были обнаружены на поверхности тела и жабрах щуки и леща в апреле 2016 года.

Все полученные данные подтверждают необходимость продолжения ихтиопатологических исследований рыб в Куйбышевском водохранилище.

В настоящее время исследователи Татарского отделения и Головного института ГосНИОРХ (Байданова и др., 2011) пришли к заключению, что паразитофауна рыб Волжско-Камского каскада недостаточно изучена. Для четкого определения очагов ихтиоантропозоонозов необходимы комплексные дополнительные исследования, с созданием банка данных гельминтозов рыб, вызывающих заражение животных и человека и характеризующихся природной очаговостью. В свою очередь, мониторинг микрофлоры и паразитофауны рыб Волжско-Камского каскада, систематизация результатов в базы данных по различным видам биологических загрязнителей позволят выявить районы, подверженные наибольшему воздействию и разработать рекомендации по их оздоровлению (Байданова и др., 2011).

Литература

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР под редакцией О.Н. Бауера, т.3 Паразитические многоклеточные (Вторая часть) Ленинград, Издательство «Наука», 1987. – 583 с.

Кошева А.Ф. Трематоды рыб Приплотинного плеса Куйбышевского водохранилища за семь лет его существования // Труды Татарского отделения Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства, выпуск 10, Казань, 1964. - С. 275-288.

Изюмова Н.А., Шигин А.А. Паразитофауна рыб Волги в районе Горьковского и Куйбышевского водохранилища их заливания –Труды Биол.ст. «Борок», 1958, вып.3. - С. 364-383.

Шакирова Ф.М., Северов Ю.А. Виды паразитов, встречающиеся на промысловых рыбах Куйбышевского водохранилища //Проблемы ихтиопатологии в начале XXI века. Сб. научн. трудов. Вып. 338. СПб., 2009. - С. 230-234.

Байдова Т.В., Кузнецова Е.В., Приймак Л.Я., Репина О.И., Вишнякова Л.А. Микрофлора и паразиты рыб крупных водохранилищ Волжско-Камского каскада // Экологические проблемы пресноводных рыбохозяйственных водоемов России Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященная 80-летию Татарского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2011. - С. 47-50.

Кузнецова Е.В., Стрелков Ю.А., Воронин В.Н., Чернышева Н.Б., Дудин А.С. Оценка паразитарной чистоты рыбного сырья пресноводных водоемов Европейской части России// Экологические проблемы пресноводных рыбохозяйственных водоемов России Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященная 80-летию Татарского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2011. - С. 197-201

Воронин В.Н., Кузнецова Е.В., Стрелков Ю.А., Чернышева Н.Б. Болезни рыб в аквакультуре России. Практическое руководство. Санкт-Петербург, ФГНУ «ГосНИОРХ», 2011

Васильков Г.В. Гельминтозы рыб. – М.: Колос, 1983. – 208 с., ил.

Рубанова М.В. Влияние рыб-вселенцев на формирование видового состава и поддержание численности гельминтов в ихтиоценозе Саратовского водохранилища// Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали V Міжнародної наукової конференції. –. Дніпропетровськ: Ліра, 2009. – С. 122-124.

Вагин В.Л., Любарская О.Д., Черенкова В.А. О паразитофауне рыб Свияжского залива в первые годы заполнения Куйбышевского водохранилища, Тематический сборник работ кафедры зоологии позвоночных, Изд-во Казан. ун-та, 1966. - С.181-196

Любарская О.Д. Сезонная динамика паразитофауны леща (*Abramis brama*) Волжского отрога Куйбышевского водохранилища. // Вопросы эволюционной морфологии и биогеографии Изд-во Казан. Ун-та, 1970. - С. 40-49

Шакирова Ф.М., Северов Ю.А.,. Латыпова В.З. Современный состав чужеродных видов рыб Куйбышевского водохранилища и возможности проникновения новых представителей в экосистему водоема // Росс. Журн. Биол. Инвазий, 2015. № 3 . - С. 77-98

Сорокина С.С. Паразиты хрусталика глаза рыб Старомайнского залива Куйбышевского водохранилища Ульяновской области Зоологические исследования // Природа Симбирского Поволжья. Сб. научн. тр. Ульяновск, 2015. Вып. 16. - С. 156-159

Лапкина Л.Н., Жарикова Т.И., Свирский А.М. Зараженность рыб пиявками (сем. Piscicolidae) в Волжских водохранилищах //Паразитология, 2002, Т. 36. № 2. - С. 132- 139.

Померанцев Д.А. Обитатели водной среды - соактанты инфекционных и инвазионных паразитарных систем в условиях Поволжского региона. Нижний Новгород. Автореф. дисс. док. наук, 2010. – 50 с.

ABSTRACT. The article investigates the parasite fauna of aquatic biological resources, in particular fish helminthofauna Volga-Kama cascade Kuibyshev reservoir. The results for the intensity and extensiveness of invasion of parasites detected. For the first time contains data about the discovery in the Volga-Kama reach of the Kuibyshev Reservoir parasite *Pomphorhynchus laevis.*

ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО И АКВАКУЛЬТУРА АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Ю.М. Баканева, Д.А. Бережнов, Р.А. Смирнов
Астраханский государственный технический университет, Астрахань
uliabakaneva@yandex.ru

Условия Астраханской области характеризуются значительными ресурсами, необходимыми для роста производства товарной рыбы без привлечения дополнительных площадей. Производство товарной рыбы в прудах носит экстенсивный и полуинтенсивный характер, рыбопродуктивность составляет около 5,4 ц/га (Пономарев и др., 2002).

В настоящее время наблюдается нарастающее развитие товарного рыбоводства за счет увеличения выростных площадей, выращивают карповых (растительноядные рыбы и карп) и осетровых рыб. В 2010 г. выращено 16,1 тыс. т рыбы, что почти в 3,5 раза больше, чем в 2003 г. За последние пять лет производство посадочного материала в области уверенно возрастает - до 755 т в год.

Дальнейшее повышение производства возможно при проведении интенсификационных мероприятий при выращивании товарной рыбы и посадочного материала, применение сухих комбинированных кормов для карпа, использования новых продуктивных породных групп, введения в аквакультуру новых перспективных объектов (Мамонтов и др., 2010; Справочник рыбовода…, 2013).

Издавна на Руси рыбу осетровых пород называли «красной», но не за цвет, а за исключительные вкусовые и питательные качества. Мясо осетровых - настоящий деликатес, а знаменитая чёрная икра давно стала общепризнанным мировым символом изобилия и роскоши. В настоящее время промышленный вылов осетровых не ведётся. Ежегодно международная организация CITES определяет квоты по вылову для каждой из стран Каспийского моря. Размер квоты напрямую зависит от количества мальков осетровых, выпускаемых со специальных приморских рыборазводных заводов в Каспийское море (Абросимова, 2011).

В связи со снижением квот и периодическим полным запретом на торговлю все большее значение получает промышленное разведение осетровых на рыборазводных фермах по всему миру. В Астраханской области действуют 6 осетровых рыбоводных заводов по искусственному воспроизводству и ряд садковых хозяйств индустриального типа занимающихся выращиванием товарных осетровых и имеющих собственные маточные стада, используемые для получения как пищевой, так и оплодотворённой икры. В 2014 г. в области было выращено 380 т товарной осетрины, что на 293 т больше, чем в 2006 г. (рис. 1). Хочется отметить, что одно из товарных хозяйств области в 2014 г. отправило 30 кг черной икры для Олимпийской сборной России.

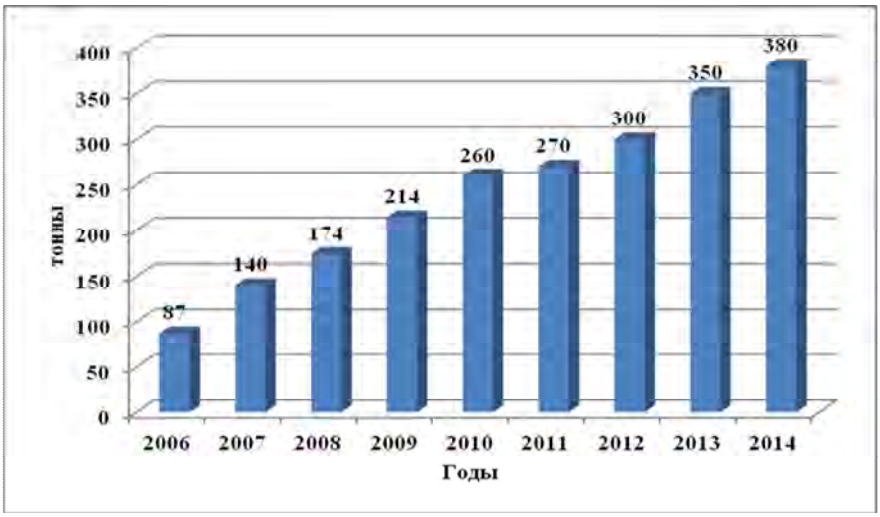


Рисунок 1 – **Темпы роста товарного осетроводства в Астраханской области в период с 2006 по 2014 гг. (по данным Агентства по рыболовству Астраханской области)**

Аквакультура, в частности разведение пресноводных рыб, насчитывает около 4 тыс. лет. 3750 лет тому назад в Китае уже создавались пруды для разведения рыбы. В 1020-е годы до н. э. некоторые виды рыб выращивались в широких масштабах для товарного использования. Китаец Фан Ли в 599 году до н.э. опубликовал написанное им первое известное нам пособие по разведению рыб (Козлов и др., 2006).

Рыбоводство является главной формой аквакультуры. В условиях, когда уловы водных биологических ресурсов Волго-Каспийского бассейна заметно снижаются, а рыбные запасы находятся в напряженном состоянии и поддерживаются в основном за счёт искусственного воспроизводства, единственным надёжным источником увеличения объёмов пищевой рыбопродукции является аквакультура.

В последнее время большое внимание, как на федеральном, так и региональном уровнях, уделяется вопросам состояния и развития аквакультуры. На территории Астраханской области зарегистрировано 140 предприятий, занимающихся производством товарной рыбы, за которыми закреплены водоёмы прудового и ильменного типа. Данные предприятия объединены в ассоциации «Астраханьрыбхоз», «Астррыбакколхозсоюз».

Основной объём товарной продукции предприятий аквакультуры Астраханской области представлен карповыми и растительноядными видами рыб, такими как карп, белый и пёстрый толстолобик, белый амур (http://fishery.astrobl.ru/service/akvakultura). Выращивание их в процентном отношении отражено на рисунке 2.

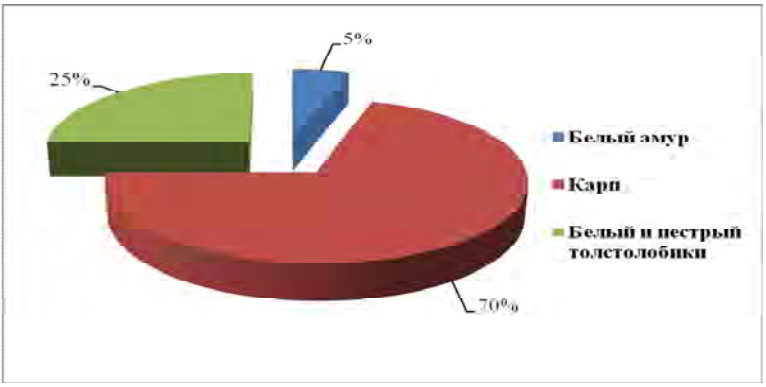


Рисунок 2 – **Доля карповых видов рыб в аквакультуре Астраханской области**

Как видно из рисунка 2,70% от всей выращиваемой продукции приходится на долю карпа. Основной импорт товарной продукции до введения санкций в 2014 г. приходился на страны бывшего СССР, а именно в Украину и Белоруссию, а также Азербайджан.

В 2013 г. 125 предприятиями Астраханской области (общая площадь 30 тыс. га) было произведено 17,5 тыс. т товарной продукции аквакультуры, что на 14,3 тыс. т больше, чем в 2002 г. (рис. 3).

Средняя рыбопродуктивность в 2013 г. составила 15-18 ц/га.

Каспийское море – один из важнейших внутренних рыбохозяйственных водоемов России. Здесь обитают более 100 видов и подвидов гидробионтов. Но, несмотря на такое разнообразие ихтиофауны Каспийского моря, промысловое значение имеют не более 30 видов рыб.

Основу промысловых уловов в море всегда составляла анчоусовидная килька. Её вылов достигал максимальных значений во второй половине XX в., составляя от 343 до 422 тыс. т. После резкого сокращения численности килек, в результате массовой гибели в 2001 г., промысловые запасы анчоусовидной кильки сократились, и только с 2004-2005 гг. наметилась тенденция увеличения её промыслового запаса (Балыкин, 2011).

В настоящее время в Каспийском море обитают достаточно многочисленные виды рыб (обыкновенная килька, морские сельди, кефали, атерина), которые можно отнести к резервным объектам российского морского промысла.

На перспективу, наиболее рационален прибрежный и экспедиционный промышленный лов обыкновенной кильки, возможный вылов которой оценивается в 50 тыс. тонн на шельфе Дагестана.

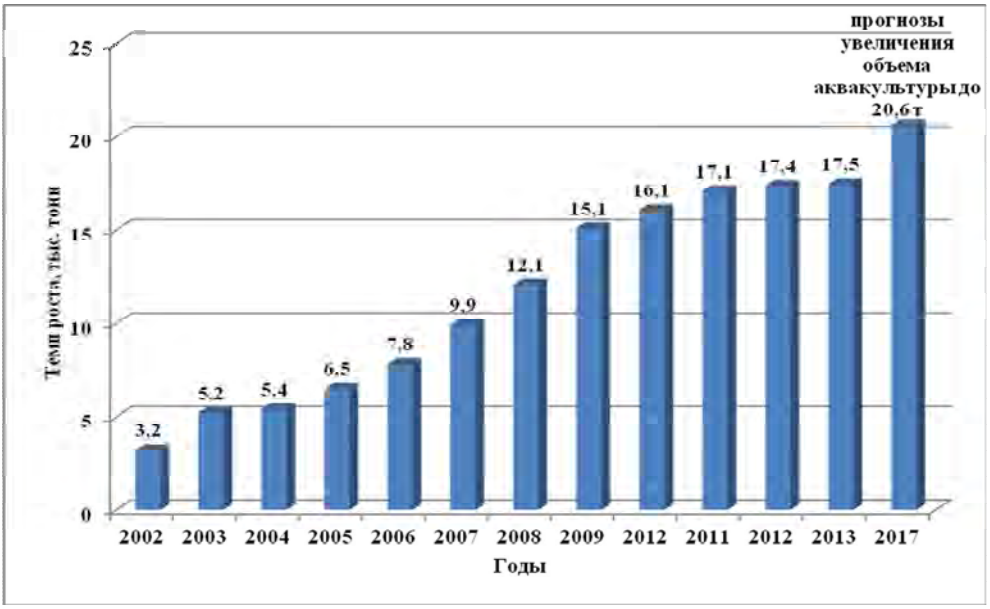


Рисунок 3 – **Темпы роста товарной аквакультуры в период с 2002 по 2013 гг.**

Полупроходные и речные рыбы в настоящее время являются самыми многочисленными и массовыми по объему вылова видами. Однако эффективность их размножения в Волго-Каспийском районе в 2008-2009 годы остается на низком уровне, что является результатом возросшего антропогенного воздействия, которое выражается в нарушении режима обводнения дельты, ухудшении экологического состояния нерестовых угодий, катастрофических масштабах браконьерства и, связанного с ним, недостаточного количества производителей. Запасы большинства полупроходных и речных видов рыб находятся в депрессивном состоянии.

Так, за период с 1993 года промышленная квота Астраханской области сократилась с 160,4 тыс. т до 84 тыс. т, в том числе частиковых видов рыб с 77,3 до 42 тыс. т, квота кильки с 98,0 до 50 тыс. т (килька анчоусовидная-11,7 тыс. т) (рис. 4).

Фактические уловы частиковых видов рыб снизились с 53,9 до 45,3 тыс. т, кильки со 60 до 2,5 тыс. т (Аббакумов и др., 2012).

В соответствии со спецификой промысла промышленное рыболовство полупроходных и речных видов рыб осуществляется в Астраханской области в 2-х зонах - аванделъте и дельте реки Волга.

С учетом действующего законодательства в области рыболовства пользователями квот добычи (вылова) водных биоресурсов являются 92 (62) рыбодобывающие организации с учетом закрепленных долей на десятилетний период.

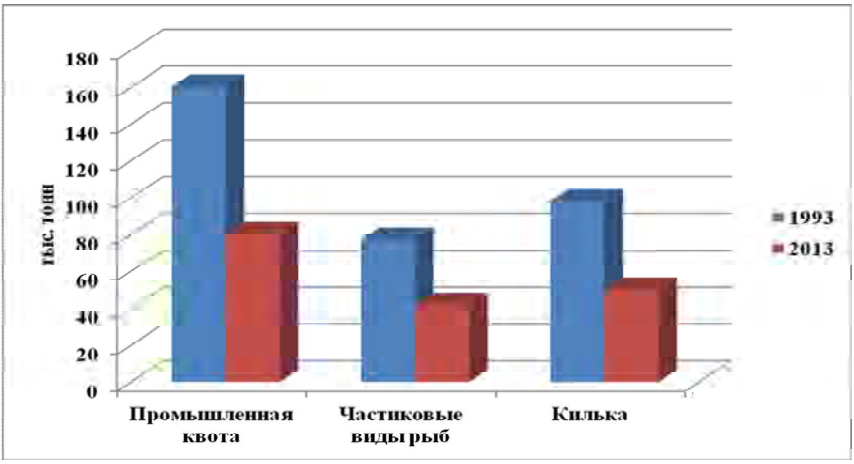


Рисунок 4 – **Снижение промышленной квоты за период с 1993 по 2013 гг.**

В структуре рыбодобывающих организаций области действуют несколько объединений юридических лиц: НО «Астрыбакколхозсоюз» - 27 рыболовецких колхозов, предприятия облрыболовпотребсоюза - 12, НО СРРП «Каспрыба» - 11 организаций.

В целях улучшения хозяйственной деятельности рыбной отрасли необходимо ускорить решение ряда вопросов:

- по определению правового статуса Каспийского моря в целях решения экологических проблем Каспийского моря и сохранения его водных биологических ресурсов;
- о разработке и принятии Федерального закона «О сохранении, воспроизводстве, рациональном использовании осетровых рыб»;
- по внесению изменений и дополнений в Налоговый кодекс в части: понижения ставок на низкорентабельные виды водных биоресурсов, перехода на уплату сбора по факту вылова водных биоресурсов;
- по разработке и принятию подзаконных нормативных актов к Федеральному закону Российской Федерации от 20.12.2004 № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» в том числе нормы, устанавливающие особенности оперативного регулирования промысла и ограничений рыболовства, как для промышленного рыболовства, так и для любительского и спортивного рыболовства;
- реализации рекомендаций Волго-Каспийского научно-промыслового совета Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна по вопросу перехода на единую промышленную квоту;
- в определении подходов по реализации принятых решений для организации многовидового промысла в Северном Каспии (http://fishery.astrobl.ru/service/promyshlennoe-rybolovstvo).

Литература

Аббакумов В.П. Современное состояние и перспективы рыбохозяйственного использования промысловой ихтиофауны внутренних водоемов Волго-Ахтубинской поймы / В.П. Аббакумов, Ю.И. Севастьянов, В.М. Саков, А.Д. Джаспенов. Сборник научных трудов: Рыбохозяйственные исследования в низовьях реки Волги и Каспийском море. – Астрахань, КаспНИРХ, 2012. – С. 9-12.

Абросимова Н.А. Рациональное использование водных биоресурсов Юга России. Инновационные технологии современной аквакультуры / Н.А. Абросимова, К.С. Абросимова. Материалы междунар. научн. конф.: Актуальные проблемы обеспечения продовольственной безопасности юга России: инновационные технологии для сохранения биоресурсов, плодородия почв, мелиорации и водообеспечения (27-30 сентября 2011 г., г. Ростов-на-Дону). – Ростов-на-Дону, изд-во ЮНЦ РАН, 2011. – С. 19-20.

Балыкин П.А. Ресурсы российского рыболовства и их использование / П.А. Балыкин. Материалы междунар. научн. конф.: Актуальные проблемы обеспечения продовольственной безопасности юга России: инновационные технологии для сохранения биоресурсов, плодородия почв, мелиорации и водообеспечения (27-30 сентября 2011 г., г. Ростов-на-Дону). – Ростов-на-Дону, изд-во ЮНЦ РАН, 2011. – С. 34-36.

Козлов В.И. Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров-Никишин, А.Л. Бородин.- М.: Колосс, 2006. – 445 с.

Мамонтов Ю.П. Современное состояние и перспективы развития рыбоводства в Российской Федерации / Ю.П. Мамонтов, В.Я. Скляров, Н.В. Стецко. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 216 с.

Пономарев С.В. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России / С.В. Пономарев, Е.А. Гамыгин, С.И. Никоноров, Е.Н. Пономарева, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева. – Астрахань, «Нова плюс», 2002. – 264 с.

Справочник рыбовода. Инновационные технологии / Г.Г. Матишов, С.В. Пономарев, Ю.М. Баканева и др. – Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН, 2013. – 425 с.

http://fishery.astrobl.ru/service/akvakultura

http://fishery.astrobl.ru/service/promyshlennoe-rybolovstvo

ABSTRACT. Aquaculture is one of the types of fishery activities. Its importance is increasing due to the fact that the catches of commercial species of fish is a traditional source of food production is reduced and their recovery is hindered by reduced efficiency of natural and limited artificial reproduction. The main aquaculture products of the Astrakhan region is the fresh and chilled fish (carp, the grass carp, silver and bighead carps), grown pond fishing facilities. Significant potential for the development of industrial fish farming is the cultivation of commodity fish, including sturgeons in river cages and in plants using fish-breeding installations with the closed water aquaculture system (RAS).

ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОПУЛЯЦИИ СТЕРЛЯДИ *ACIPENSER RUTHENUS* LINNAEUS, 1758

М.А. Барегамян, Е.Г. Макарова, Н.В. Козлова, Н.Н. Базелюк
Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Астрахань
kaspiy-info@mail.ru

В настоящее время остается актуальным вопрос о низком генетическом разнообразии стерляди в естественных условиях и сохранении генофонда популяции. Действие экологических факторов и микроэволюционных процессов неоднозначно влияет на генофонд, генетическую структуру и численность популяции. Уровень генетического разнообразия определяется естественным отбором и миграциями (Хедрик, 1989).

Оценить генетическое разнообразие популяции можно с помощью анализа микросателлитных локусов ядерной ДНК, которые наследуются независимо, чувствительны к прохождению популяции через фазу низкой численности и являются эффективными маркерами генетических процессов в популяции (Kimmel et al., 1998; King et al., 2000).

Цель работы - оценка генетического разнообразия стерляди, выловленной на различных тоневых участках р. Волги в 2014 г.

Материалом для исследований являются 119 фрагментов плавников стерляди нижневолжской популяции. Из них 46 фрагментов плавников было собрано на тоневых участках р. Волги, расположенных выше г. Астрахани в Енотаевском (с. Замьяны, о. Гусиный) и Наримановском районах (т. «Балчуг») Астраханской области и 73 фрагмента - на двух тоневых участках Икрянинского района (т. «Глубокая» и т. «8-е Марта»), расположенных ниже г. Астрахани.

В ходе исследования применены методы молекулярно-генетического анализа: выделение ДНК солевой эстракцией (Aljanabi, Martinez, 1999), микросателлитный анализ (STR) пяти локусов ядерной ДНК (An20, Afug41, Afug51, AoxD165, AoxD161-1) (Zane et al., 2006; Барминцева, Мюге, 2013) (табл. 1).

Таблица 1 - **Локусы для микросателлитного анализа**

Локус	**Последовательность (5'-3')**	**Размерный диапазон длин, п.н.**
An20	F:AATAACAATCATTACATGAGGCT R:TGGTCAGTTGTTTTTTTATTGAT	141-181
Afug41	F:TGACGCACAGTAGTATTATTTATG R:TGATGTTTGCTGAGGCTTTTC	193-265
Afug51	F:ATAATAATGAGCGTGCTTTCTGTT R:ATTCCGCTTGCGACTTATTTA	236-272
AoxD165	F: TTTGACAGCTCCTAAGTGATACC R: AAAGCCCTACAACAAATGTCAC	168-196
AoxD161-1	F:CATTCAGTATGAGACAGACACTC R:ATCTCAGGGACTGCTGTGATTGG	280-320

Амплификацию ДНК, выделенной из образцов, осуществляли в термоциклерах BIORAD C-1000 и BIORAD S-1000. Амплифицированные продукты подвергали капиллярному электрофорезу в секвенаторе Genetic Analyzer 3500 и анализу STR-спектров в программе GeneMapper 4.1. Статистические расчеты проводили с применением компьютерных программ MSExel GenAlEx6 (Peakall, Smouse, 2006), Arlequin 3.1 (Excoffier et al., 2005).

Гетерозиготность выборки, наблюдаемую (H_0) и ожидаемую (H_e), определяли по частотам аллелей пяти исследуемых локусов. Средняя частота особей, гетерозиготных по определенным локусам, или гетерозиготность (H) популяции, характеризуется отсутствием в ней элементов произвольности и неточности (Айала, 1984). Генетическое равновесие (Guo and Thompson, 1992) вычисляли по частотам аллелей, используя программу GenAlEx6 (Peakall and Smouse, 2006). Изменение или сохранение генетического разнообразия популяции стерляди определяли по среднему индексу аллельных потерь Гарза-Вильямсона (отношение числа аллелей к диапазону их размеров), используя программу Arlequin 3.1 (Garza, Williamson, 2001). Согласно литературным данным значение индекса Гарза-Вильямсона (G-W) ниже 0,7 свидетельствует о прохождении популяции через фазу низкой численности (Бондарь, 2010; Бакаева, 2013).

Популяционный анализ стерляди, выловленной на разных тоневых участках р. Волги, расположенных выше и ниже города Астрахани, в 2014 г. в среднем показал соответствие соотношения генотипов равновесию Харди-Вайнберга по пяти локусам. По результатам микросателлитного анализа ядерной ДНК особей, выловленных вблизи с. Замьяны Енотаевского района, а так же на тоневых участках Икрянинского и Наримановского районов, отмечено большое количество аллелей в каждом из локусов. Число аллелей на один локус варьировало от 4 (An20) до 14 аллелей (Afug41).

У исследованных особей в локусах An20, Afug51, AoxD165 и AoxD161-1 доминировало по одному аллелю размерами 177, 252, 180 и 288 п.н. соответственно. В локусе Afug41 преобладали шесть аллелей - 245, 249, 213, 209, 225 и 229 п.н. Отмеченные доминирующие видоспецифичные аллели стерляди согласуются с результатами, опубликованными ранее (Барминцева, 2013).

При индивидуальном анализе отмечен дефицит гетерозигот, когда наблюдаемая гетерозиготность ниже ожидаемой ($H_0 < H_e$), в локусе AoxD165 у особей, выловленных на тоневых участках «Глубокая», «Балчуг» и вблизи с. Замьяны, в локусах An20 и Afug41 у особей, выловленных на тоневом участке «8-е Марта» (табл. 2).

Таблица 2 - **Показатели генетического разнообразия стерляди**

Микросателлитные локусы	Показатели	Место вылова			
		т. «Глубокая»	т. «8-е Марта»	т. «Балчуг»	с. Замьяны
An20	L	4	8	8	6
	He	0,166	**0,575**	0,523	0,401
	Ho	0,176	0,531	0,538	0,471
Afug41	L	11	14	14	12
	He	0,882	**0,907**	0,905	0,896
	Ho	1,000	0,875	0,926	0,947
Afug51	L	9	7	6	5
	He	0,697	0,529	0,453	0,504
	Ho	0,824	0,578	0,556	0,563
AoxD165	L	7	7	7	7
	He	**0,825**	0,773	**0,784**	**0,795**
	Ho	0,706	0,795	0,769	0,632
AoxD161-1	L	5	9	8	5
	He	0,533	0,591	0,576	0,496
	Ho	0,563	0,660	0,667	0,579
Индекс Гарза-Вильямсона ±m		0,23±0,02	0,23±0,09	0,24±0,07	0,24±0,05

L – количество идентифицированных в выборке аллелей,
He – ожидаемая гетерозиготность,
Ho – наблюдаемая гетерозиготность.
Жирным шрифтом отмечены значения дефицита гетерозигот Ho< He.

Преобладание ожидаемой гетерозиготности над наблюдаемой свидетельствует о низком генетическом разнообразии исследованных рыб.

Средний индекс Гарза-Вильямсона у стерляди, выловленной в р. Волге в Икрянинском районе (т. «Глубокая» и т. «8-е Марта»), составил 0,23, средний индекс у стерляди, выловленной на тоневых участках Енотаевского (с. Замьяны) и Наримановского районов (т. «Балчуг») – 0,24, что ниже установленной нормы (G-W = 0,70).

Таким образом, молекулярно-генетический анализ исследованной стерляди в среднем выявил большое количество аллелей в пяти микросателлитных локусах и изменение соотношения ожидаемой и наблюдаемой гетерозиготности в локусах

AoxD165, An20, Afug41. Выявленные низкие значения индекса Гарза-Вильямсона и дефицит гетерозигот в трех локусах из пяти свидетельствуют о низком генетическом разнообразии нижневолжской популяции стерляди.

Литература

Айала Ф. Введение в популяционную и эволюционную генетику. М.: Из-во Мир, 1984. 230 с.

Алтухов Ю.П. Внутривидовое генетическое разнообразие: мониторинг и принципы сохранения // Генетика. 1995. Т. 31. № 10. С. 1333-1357.

Бакаева С.С. Современное состояние популяций крапчатого суслика (spermophilus suslicus güld.) в восточной части ареала: метапопуляционная структура, биотопическая приуроченность, генетическое разнообразие: автореф. … канд. биол. наук. Пенза, 2013. 24 с.

Барминцева А.Е., Мюге Н.С. Использование микросателлитных локусов для установления видовой принадлежности осетровых (Acipenseridae) и выявления особей гибридного происхождения // Генетика. 2013. Т. 49(9).С. 1093–1105.

Бондарь Е.И. Генетические процессы в природных изолированных популяциях гольцов рода Salvelinus. Автореф. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2010. 28 с.

Тимошкина Н.Н., Водолажский Д.И., Усатов А.В. Молекулярно-генетические маркеры в исследовании внутри- и межвидового полиморфизма осетровых рыб (*Acipenseriformes*) // Экологическая генетика. 2010. Т. VIII. № 1. С. 12-24.

Хедрик Ф. Генетика популяций. М.: Из-во Техносфера, 2003. 592 с.

Aljanabi S.M., Martinez I. Universal and rapid salt – extraction of high quality gnomic DNA for PCR – based techniques // Nucl. Acids Res. 1997. V. 25(20). P. 4692-4693.

Excoffier L., Laval G., Schneider S. Arlequin (version 3.0): An integrated software for population genetics data analysis // Evol. Bioinformatics. 2005. № 1. P. 47-50.

Garza J.C., Williamson E.G. Detection of reduction in population size using data from microsatellite loci // Mol Ecol. 2001. V. 10. P. 305-318.

Guo S., Thompson E. Performing the exact test of Hardy-Weinberg proportion for multiple alleles // Biometrics. 1992. V. 48. P. 361-372.

Kimmel M., Chakraborty R., King J.P.,Bamshad M.,Watkins W.S., Jorde L.B. Signatures of population expansion in microsatellite repeat data // Genetics. 1998. V. 148. P. 1921–1930.

King J.P., Kimmel M., Chakraborty R. A power analysis of microsatellite-based statistics for in-ferring past population growth // Mol. Biol. Evol. 2000. V. 17. P. 1859–1868.

Ludwig A., May B., Debus L., Jenneckens I. Heteroplasmy in the mtDNA control region of sturgeon (Acipenser, Huso and Scaphirhynchus) // Genetics. 2000. Vol. 156. P. 1933-1947

Nahavandi R., Hafezamini P., Moeini H., Jahromi M. Z., Nor Shamsudin M. Population of bottleneck and microsatellite: an analysis based on genetic diversity of wild tiger

shrimp penaeus monodon (fabricius) in Malaysia // African Journal of Biotechnology. 2011 V.10(74). P. 16715-16719.

Peakall R., Smouse P.E. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research // Mol. Ecology Notes. 2006. V. 6. P. 288–295.

Piry S., Luikart G., Cornuet J. BOTTLENECK: a computer program for detecting recent reductions in the effective population size using allele frequency data // J. Hered. 1999. V. 90. P. 502–503.

Zane L., Patarnello T., Ludwig A., Fontana F., Congiu L. Isolation and characterization of microsatellites in the Adriatic stugeon (Acipenser naccarii) // Mol. Ecol. Notes. 2002. V. 2. P. 586–588.

ABSTRACT. The article presents the results of researches of the genetic diversity of the Lower Volga population of starlet (Acipenser ruthenus). According to the results of the analysis of the observed and expected heterozygosity, the quantity of alleles in five locus of the average index of the allelic loss of Garza-Williamson, it is revealed a deficiency of heterozygotes and lower genetic diversity, which involves the passage of the investigated samples using the phase of low quantity.

К ИЗУЧЕНИЮ ФИТОПЛАНКТОНА ВОДОТОКОВ БАССЕЙНА Р. ВОЛГА

Ф.Ф. Бариева
Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», г. Казань, 08081974@mail.ru

Исследования фитопланктона водотоков бассейна реки Волга на территории Чувашской Республики проводились в рамках хоздоговорных работ с 2010 по 2015 гг. с целью изучения состава, структуры, функциональных характеристик и выявления доминирующих таксономических групп организмов фитопланктона с оценкой качества воды на период исследований по общепринятым методикам.

Обобщены результаты наблюдений по 13 водотокам. Пробы отбирались на Нижнекамском водохранилище (р. Кама), Куйбышевском водохранилище в районе Чебоксарской РГСиС, Чебоксарском водохранилище в районе ОАО «Чебоксарская керамика», два безымянных ручьях впадающих в Чебоксарское водохранилище на участках расположения санаторных комплексов «Волжские зори», «Березка»; р. Волга на участке БОС «Минстроя Чувашии»; Кармановском водохранилище на р. Буй, впадающей в р. Кама и рр. Рыкша, Аниш, Ик, Карла, Кубня и Кукшум.

Сбор и обработка проб проводились по общепринятым гидробиологическим методикам (Методика изучения..., 1975). К числу массовых - доминантов, субдоминантов – отнесены виды водорослей, составляющие не менее 10 или 5% суммарной численности или биомассы фитопланктона, соответственно (Фитопланктон Нижней..., 2003; Охапкин, 1997).

При определении таксономической принадлежности каждого вида использовали определители пресноводных водорослей (Голлербах, Полянский, 1951; Забелина и др., 1951; Киселев, 1954; Матвиенко, 1954; Попова, 1955; Дедусенко-Щеголева и др., 1959; Косинская, 1960; Дедусенко-Щеголева, Голлербах, 1962; Голлербах и др., 1963; Паламарь-Мордвинцева, 1982; Диатомовые …, 1988, 1992; Генкал, 1992; Царенко, 1990. Подсчет организмов производили по общепринятой методике в камере Ножотта, с использованием микроскопа PZO (Польша). Биомассу вычисляли по методу приведенных геометрических фигур (Кузьмин, 1984)., Для каждого вида водорослей вычисляли индивидуальный объем клетки стереометрическим методом. За счетную единицу принимали клетку, за удельный вес водорослей − единицу. Для определения биомассы использовали счетно-объемный метод. В каждой пробе находили средний объем клеток для каждого вида водорослей. Для этого измеряли не менее 20 экз. Для единично встречающихся форм использовали их индивидуальные размеры, измеренные в каждой пробе. Численность выражали в млн. кл./л, биомассу ─ в мг/л.

Для характеристики структуры и динамики фитопланктона использовали относительные значения биомассы и численности водорослей.

Доминирующими в сообществах считали виды с численностью или биомассой большей или равной 10% от общих показателей, субдоминирующими ─ 5−10%. Доминирующие комплексы выделены на основе функции рангового распределения по численности (ni /N) и биомассе (bi/B) видов (Федоров и др., 1977).

Для каждой пробы вычисляли индекс трофности (ITS) по блоку Милиуса по формуле Ib = 44.87+23.22*log B (Миллиус и др., 1979; Андроникова, 1993). Для определения степени сапробности водоемов рассчитывали индекс сапробности (S) Пантле и Букка в модификации Сладечека (Sladećek, 1973). Для оценки структуры и выравненности сообществ применяли информационный индекс Шеннона-Уивера, рассчитанный по биомассе (Shannon, Weaver, 1963; по Песенко, 1982).

За период наблюдений в исследованных водотоках на территории Чувашской Республики зарегистрировано 148 таксонов водорослей рангом ниже рода из 8 отделов. Основу сообщества фитопланктона составляют диатомовые и зеленые водоросли. В этих двух отделах сосредоточено 67% общего видового разнообразия водорослей (диатомовые - 41%, зеленые - 25%). Синезеленые водоросли составляют 11, эвгленовые – 10, золотистые - 4, динофитовые – 3 %, желтозеленые - 2 и криптофитовые – 1% от общего видового богатства альгофлоры планктона. Подобное соотношение таксономических единиц в основных отделах водорослей отмечается также и в волжских водохранилищах (Охапкин, 1998; Экологические проблемы ..., 2001; Фитопланктон Нижней Волги..., 2003).

Река Рыкша - приток р.Цивиль, впадающей в р. Волга, Чебоксарский район

В пробах фитопланктона отобранных в р.Рыкша в вегетационный период 2012 г. было определено 29 таксонов водорослей рангом ниже рода, принадлежащих к шести отделам. По числу видов наиболее представлены отделы диатомовых и зеленых водорослей – по 31% (по 10 видов), затем следовал отдел синезеленых - 18% (6 видов), эвгленовые – 12% (4 вида), динофитовые и криптофитовые – по 3% (по 1 виду). Число видов по станциям менялось от 11 до 14 видов.

Общая численность фитопланктона изменялась по станциям от 3025 т.кл./л (сентябрь) до 12897 т.кл./л (июнь). По численности доминировал отдел синезеленых водорослей, а также вид Scenedesmus bijugatus (Turp.)Kütz. - представитель отдела зеленых.

Значение общей биомассы фитопланктона колебалось от 2,674566 мг/л (июнь) до 7,4778 мг/л (сентябрь). В биомассе преобладали вид Achnanthes sp. (отдел диатомовых), вид Microcystis firma (Kütz.) Schmidle (отдел синезеленых), Trachelomonas hispida (отдел эвгленовых).

Кармановское водохранилище, ООО "БГК "Кармановская ГРЭС"

В пробах фитопланктона отобранных в мае 2013 г. было выявлено 16 таксонов водорослей рангом ниже рода, принадлежащих к четырем отделам. По числу видов наиболее представлен отдел диатомовых водорослей - 31% (5 видов), затем следуют отделы зеленых и синезеленых водорослей – по 25% (по 4 вида), затем эвгленовые – 19 % (3 вида). Число видов по станциям менялось от 6 до 10 видов. Общая численность фитопланктона менялась от 2874 т.кл./л до 11919,67 т.кл./л. По численности доминировал отдел синезеленых водорослей - виды Lyngbya sp. и Gloeocapsa turgida(Kutz.) Hollerb.emend., вид Tetrastrum glabrum (Roll) Ahlst. et Tiff. из отдела зеленых водорослей, из отдела диатомовых - Cyclotella sp., Synedra ulna (Nitzsch) Ehrb.

Общая биомасса фитопланктона колебалась от 0,66722 мг/л до 4,3779 мг/л с преобладанием видов Nitzschia acicularis (Kütz.) W. Sm., Synedra ulna (Nitzsch) Ehrb., Cyclotella sp. из отдела диатомовых, и видов отдела эвгленовых - Euglena acus (Duj.) Hübn., Trachelomonas hispida.

Река Кама, Нижнекамская ГЭС, г. Набережные Челны

В фитопланктоне р. Кама в 2010, 2011, 2015 гг. выявлено 83 таксона водорослей рангом ниже рода из семи отделов. По числу видов преобладают диатомовые – 32 (38% от общего числа видов), затем следуют зеленые водоросли – 21 видов (25%), 12 видов относятся к отделу синезеленые (14%), 11 таксонов - эвгленовые водоросли, 5 видов - динофитовые и по 1 – золотистых и желто-зеленых (по 1,2%). Число видов по станциям исследований менялось от 3 до 12 видов.

Численность фитопланктона по станциям исследований менялась от 0,86 т.кл./л (осень) до 17458,96 т.кл./л (лето). По численности доминировали синезеленые водоросли Microcystis pulverea, Lyngbya limnetica Lemm. и Microcystis firma (Kütz.) Schmidle, зеленые Scenedesmus sp. и Raphidocelis subcapitata, динофитовые Peridinium aciculiferum, Peridinium sp., эвгленовая Astasia sp. и диатомовая Cyclotella sp.

Значение общей биомассы колебалось от 0,00197 мг/л (осень) до 10,898 мг/л (весна). В биомассе в основном доминировали динофитовые Peridinium aciculiferum, Peridinium sp. и диатомовые водоросли Navicula laterostrata Hust., Cyclostephanos dubius (Fricke in A. Schmidt) Round, Cocconeis placentula Ehrb., Cyclotella sp., Navicula sp., Stephanodiscus dubius (Fricke) Hust. и Cyclotella comta, Gomphonema acuminatum Ehrb.

Река Кукшум - приток р.Цивиль, впадающей в р.Волга, Чувашская Республика

В пробах фитопланктона за вегетационный сезон 2011-2012 гг. было определено 33 таксона водорослей рангом ниже рода, принадлежащих к семи отделам. По числу видов наиболее представлен отдел диатомовых водорослей – 30% (10 видов), зеленые – 24% (8 видов), затем следовали эвгленовые – 18% (6 видов),

синезеленые – 4 вида (12%), золотистые, желто-зеленые и криптофитовые – по 3% (по 1 виду). Число видов по станциям менялось от 8 до 15 видов.

Численность фитопланктона изменялась по станциям от 2912 т.кл./л до 35755,78 т.кл./л. Доминировали по численности синезеленые водоросли Microcystis firma, Merismopedia tenuissima Lemm., Oscillatoria sp., эвгленовая Trachelomonas hispida.

Биомасса фитопланктона колебалась от 0,875672 мг/л до 21,074 мг/л. В биомассе, как и по численности, преобладали представители эвгленовых Trachelomonas hispida, Trachelomonas volvocina Ehrb. и синезеленые Merismopedia tenuissima Lemm. и Microcystis firma, а также зеленая Scenedesmus bijugatus (Turp.) Kütz., диатомовые водоросли – Synedra ulna (Nitzsch) Ehrb., Navicula exigua (Greg.) Grun. и Surirella turgida W.Sm, золотистая Chrysococcus rufescens Klebs., желто-зеленая Botrydiopsis arhiza Borzi.

Река Аниш – приток р. Волга, ЗАО «ГРАСК», г. Канаш

В пробах фитопланктона отобранных на р.Аниш в 2010, 2011, 2012 гг. было определено 58 таксонов водорослей рангом ниже рода, принадлежащих к семи отделам. По числу видов наиболее представлен отдел диатомовых водорослей – 23 вида (39%), затем следует отдел зеленых водорослей – 18 видов (26%), синезеленых и эвгленовых – 7 видов (по 12%), динофитовых - 3 вида (5%) золотистых – 2 вида (3%) и желто-зеленых - 1 вид (2%). Число видов по станциям менялось от 2 до 10 видов.

Общая численность фитопланктона изменялась от 12 т.кл./л (летом) до 6411,7 т.кл./л (осенью). Весной в качестве доминантов по численности отмечались Coelastrum microporum Näg., Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs, Dictyochlorella reniformis (Korsch.) Silva, синезеленая Lyngbya limnetica Lemm. Виды Microcystis firma (Kütz.) Schmidle и Microcystis pulverea (Wood) Forti, Anabaena flos-aquae и Oscillatoria limnetica Lemm из отдела синезеленых водорослей, представитель отдела зеленых Dictyosphaerium pulchellum Wood. доминировали осенью. Отдел синезеленых водорослей, а именно виды Microcystis firma (Kütz.) Schmidle и Microcystis pulverea (Wood) Forti, отдел диатомовых и представители его - Navicula cryptocephala Kutz var. Lata и Nitzschia acicularis (Kütz.) W. Sm. в качестве доминирующих отмечены летом.

Значение общей биомассы фитопланктона по станциям колебалась от 0,00441 мг/л (лето). до 9,33809463 мг/л (весна). В биомассе весной преобладали отделы диатомовых - Gyrosigma sp., Cyclotella comta (Ehrb.) Kütz. и динофитовых Peridinium aciculiferum Lemm., а также эвгленовых (вид Euglena sp.) и зеленых водорослей (вид Scenedesmus sp.). Летом в биомассе преобладали диатомовые - Cymbella sp., Navicula cryptocephala Kutz var. Lata и Nitzschia acicularis (Kütz.) W. Sm., Navicula exigua (Greg.) Grun., Cocconeis placentula Ehrb., Fragilaria crotonensis Kitt. желто-зеленая Tribonema minus Hazen, диатомовая, синезеленая водоросль Anabaena flos-aquae и эвгленовая Euglena sp. Общую биомассу осенью, в основном

формировала динофитовая водоросль Peridinium sp., золотистая Dinobryon divergens Imhof, эвгленовая водоросль Euglena viridis Ehrb. и желто-зеленая Tribonema minus Hazen, диатомовые Navicula exigua (Greg.) Grun., Cocconeis placentula Ehrb., Navicula exigua (Greg.) Grun., Cocconeis placentula Ehrb, Gyrosigma acuminatum (Kütz.) Rabenh.

Чебоксарское водохранилище с притоками

В пробах фитопланктона водотоков относящихся к бассейну Чебоксарского водохранилища (р.Волга и 3 притока без названия), отобранных в 2010- 2011 гг. был выявлен 81 таксон водорослей рангом ниже рода, принадлежащих к семи отделам. По числу видов наиболее представлен отдел диатомовых водорослей – 28 видов (34 %), затем следовали зеленые – 24 вида (29%), эвгленовые - 10 видов (12%), синезеленые – 8 видов (10%), золотистых и желто-зеленых – по 4 вида (по 5%), динофитовых – 3 вида (3%). Число встреченных видов изменялось от 2 (лето, у санатория «Волжские зори») до 16 видов (осень, Чебоксарское водохранилище, ЗАО фирма "Чебоксарская керамика").

Численность фитопланктона изменялась от 13,3 т.кл./л (ручей б/н у санатория «Волжские зори», июнь) до 213556 т.кл./л (ручей б/н у санатория «Березка», август). По численности доминировали диатомовые - Synedra ulna (Nitzsch) Ehrb., Navicula cryptocephala Kutz var. lata portetzky et Anissimowa и Nitzschia acicularis (Kütz.) W. Sm., синезеленые Phormidium mucicola Naum. et Hub.-Pest., Microcystis firma (Kütz.) Schmidle и Lyngbya limnetica Lemm., эвгленовая Trachelomonas volvocina Ehrb., зеленая Chlamydomonas globosa Snow.

Биомасса фитопланктона колебалась от 0,0058 мг/л (Чебоксарское водохранилище у ЗАО фирма «Чебоксарская керамика», октябрь) до 13,01 мг/л (ручей б/н у санатория «Березка», июнь). В биомассе преобладали представители эвгленовых Trachelomonas volvocina Ehrb., Trachelomonas hispida (Perty) Stein и Astasia granulata Pringsh., диатомовых - Diploneis elliptica (Kütz.) Cleve и Cyclostephanos dubius (Fricke in A. Schmidt) Round, зеленая Chlamydomonas globosa Snow.

Река Карла – приток р.Свияга, притока р.Волга

В пробах фитопланктона р.Карла весной- осенью 2010 г. было определено 40 таксонов водорослей рангом ниже рода из пяти отделов. По числу видов преобладают диатомовые – 30 (40% от общего числа видов), затем следуют зеленые водоросли – 10 видов (25%), эвгленовые -7 видов (17%), 4 вида - синезеленые (10 %) и 3 вида – к отделу динофитовые (7%). Число видов по станциям исследований менялось от 6 (осень) до 11 (лето).

Численность фитопланктона по станциям исследований изменялась от 304 т.кл./л (осень) до 20600 т.кл./л (лето). По численности доминировала диатомовая водоросль Achnanthes delicatula, синезеленые - Microcystis pulverea и Merismopedia glauca, диатомовая Navicula exigua (лето). Осенью преобладали - синезеленые водоросли Lyngbya limnetica Lemm. и Microcystis firma (Kütz.) Schmidle.

Биомасса колебалась от 0,2023 мг/л (осенью) до 5,45535 мг/л (летом). В биомассе летом доминировали динофитовая водоросль Peridinium sp., эвгленовая Trachelomonas intermedia Dang., диатомовые Cymbella ventricosa и Navicula exigua.

Куйбышевское водохранилище, Чебоксарская РГС

В летний период 2012 г. в Куйбышевское водохранилище на участке Чебоксарской РГС, было определено 16 таксонов водорослей рангом ниже рода, принадлежащих к четырем отделам. По числу видов наиболее представлен отдел диатомовых водорослей – 31% (5 видов), затем следовали зеленые и синезеленые - 25% (4 вида), эвгленовые– 19% (3 вида). Число видов по станциям менялось от 7 до 8 видов.

Общая численность фитопланктона изменялась от 4006 т.кл./л до 8093,913 т.кл./л. По численности доминировал отдел синезеленых водорослей от 2112 тыс.кл/л до 4368,58 тыс.кл/л.

Значение общей биомассы фитопланктона колебалось от 0,983109 мг/л до 4,9551 мг/л. В биомассе преобладали отдел эвгленовых - вид Trachelomonas hispida и отдел диатомовых - вид Synedra ulna (Nitzsch) Ehrb.

Река Буй, Кармановское водохранилище, ООО "БГК "Кармановская ГРЭС"

В пробах фитопланктона отобранных весной 2013 г. в р. Буй, было определено 16 таксонов водорослей рангом ниже рода, принадлежащих к четырем отделам. По числу видов наиболее представлен отдел диатомовых водорослей - 31% (5 видов), затем следуют отделы зеленых и синезеленых водорослей – по 25 % (по 4 вида), затем эвгленовые – 19\ % (3 вида). Число видов менялось от 6 до 10 видов.

Общая численность фитопланктона изменялась от 2874 т.кл./л до 11919,67 т.кл./л. По численности доминировали отдел синезеленых водорослей виды Lyngbya sp. и Gloeocapsa turgida (Kutz.) Hollerb.emend., вид Tetrastrum glabrum (Roll) Ahlst. et Tiff. из отдела зеленых водорослей, виды из отдела диатомовых водорослей Cyclotella sp., Synedra ulna (Nitzsch) Ehrb.

Общая биомасса фитопланктона колебалась от 0,66722 мг/л до 4,3779 мг/л. В биомассе преобладали отдел диатомовых - виды Nitzschia acicularis (Kütz.) W. Sm., Synedra ulna (Nitzsch) Ehrb., Cyclotella sp., виды отдела эвгленовых - Euglena acus (Duj.) Hübn., Trachelomonas hispida.

Река Ик, п.г.т. Уруссу

В пробах фитопланктона р. Ик выявлено 33 таксона водорослей рангом ниже рода из пяти отделов. По числу видов преобладают зеленые и диатомовые – по 12 видов (по 36% от общего числа видов), затем следуют эвгленовые и синезеленых водоросли – по 4 вида (по 12%), и 1 вид - золотистые (3%).

Число видов по станциям исследований менялось от 6 до 12 видов.

Численность фитопланктона менялась от 1120 т.кл./л (осень) до 32400 т.кл./л (лето). По численности доминировали диатомовые водоросли Stephanodiscus hantzschii, Navicula sp. и Synedra ulna, синезеленые - Microcystis aeruginosa (Kütz.) Kütz., Microcystis firma (Kütz.) Schmidle, Lyngbya limnetica Lemm.

Общая биомасса по станциям колебалась от 1,61 мг/л до 11,25 мг/л. В биомассе доминировали золотистая водоросль Chrysococcus rufescens Klebs, эвгленовая Euglena proxima Dang. и синезеленая Microcystis aeruginosa (Kütz.) Kütz., диатомовые Stephanodiscus hantzschii, Synedra ulna, Gyrosigma acuminatus (Kutz.) Rabenh. и Fragilaria brevistriata Grun.

Река Кубня, Чувашская Республика, с. Комсомольское, МУЗ "Комсомольская ЦРБ"

В фитопланктоне р. Кубня отобранных весной- осенью 2010 г., всего было определено 50 таксонов водорослей рангом ниже рода, принадлежащих к пяти отделам. По числу видов наиболее представлены были отделы диатомовые – 19 видов (38% от общего числа видов), зеленые – 17 видов (34%), затем следовал отдел эвгленовые– 6 видов (12%), синезеленые – 5 видов (10%), динофитовые – 3 вида (6%). Число видов по станциям менялось от 4 до 12 видов.

Численность фитопланктона изменялась от 40,9025 т.кл./л (осень) до 142128 т.кл./л (лето). По численности доминировала зеленые водоросли Scenedesmus quadricauda (Turp.) Dictiosphaerium pulchellum, Oocystis lacustris, синезеленая Microcystis firma (Kütz.) Schmidle, представители диатомовых рода Navicula: N.Skabitschewskyi var. Elliptica, N.lanceolata Hust. var. Arenaria, Navicula sp. (лето). Осенью отмечено доминирование видов диатомовой Navicula sp. и синезеленой водоросли Microcystis firma (Kütz.) Schmidle.

Биомасса фитопланктона колебалась от 0,0328 мг/л осенью до 82,31098 мг/л - в летний период. В биомассе летом преобладали эвгленовые водоросли Euglena proxima Dang., Strombomonas sp. и Trachelomonas hispida (Perty) Stein emend. Defl., диатомовые - Nitzschia acicullaris Navicula sp., N.Skabitschewskyi var. Elliptica, N.lanceolata Hust. var. Arenaria., Cocconeis placentula Ehr., зеленая Oocystis lacustris. Осенью преобладали динофитовая водоросль Peridinium sp. и диатомовая Cyclotella comta (Ehrb.) Kütz.

Таким образом, флористическое разнообразие фитопланктона исследованных рек определяли диатомовые, зеленые и эвгленовые водоросли, формирующие основу видового состава в каждом водотоке. Для всех водотоков отмечена общепризнанная закономерность в структуре сообщества фитопланктона к преобладанию представителей отдела диатомовых водорослей, характерная для текучих водных объектов по сравнению с озерными экосистемами.

Исследованные водотоки в основе являются мезотрофными и эвтрофными. Наиболее заметную роль в численность вносили цианопрокариоты и зеленые водоросли, в биомассу –диатомовые, динофитовые и эвгленовые.

По индексу видового разнообразия Шеннона все участки, на все периоды исследований, характеризуются разобщенным сообществом фитопланктона, условно «загрязненные». По индексу сапробности, в целом, водотоки соответствовали бетамезосапробной зоне с классом качества воды «удовлетворительной чистоты».

Литература

Алимов А.Ф. Закономерности изменения структурных и функциональных характеристик сообществ гидробионтов// Гидроб. журнал. 1995. Т. 31. №5. С. 3–11.

Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. Спб.: Наука, 2000. 147 с.

Андросова Е.Я. Фитопланктон// Куйбышевское водохранилище. Л.: Наука, 1983. С. 102–111.

Герасимова Н.А. Фитопланктон Саратовского и Волгоградского водохранилищ. - Тольятти, 1996. - 200 с.

Охапкин А.Г. Структура и сукцессия фитопланктона при зарегулировании речного стока(на примере р. Волги и ее притоков): Автореф. дисс. … д-ра биол. наук. СПб., 1997. 48 с.

Фитопланктон Нижней Волги. Водохранилища и низовье реки. СПб.: Наука, 2003.

Генкал С.И. Атлас диатомовых водорослей планктона реки Волги. Спб.: Гидрометеоиздат, 1992. 128 с.

Давыдова Н.Н. Диатомовые водоросли индикаторы природных условий водоемов в голоцене. - Л., 1985. - 244 с.

Кондратьева Н.В. Визначник прюноводных водоростей Украшсько! РСР. І. Синьо-зелеш водоросп - СуапорЬу1а. Ч. 2. Класс Гормогошев1 - Ногшо§ошорЬусеае. Кшв, 1968.- 523 с. –

Коршиков О.А. Визначник прюноводних водоростей Украшсько1 РСР. Пщкласс Протококов1 (Рго1;ососстеае). - Кшв, 1953. Т.5. -437 с.

Михеева Т. М. Альгофлора Белоруси. Таксономический каталог. - Минск, БГУ, 1999. - 396 с.

Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли / М. М. Забелина, И.И. Киселев, А. И. Прошкина- Лавренко, В. С. Шешукова. М., 1951. - 619 с.

Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2. Синезеленые водоросли / М. М. Голлербах, Е. А. Коссинская, В. И. Полянски. М., 1953. - 651 с.

Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 3. Золотистые водоросли // А. М. Матвиенко. М., 1954. - 188 с.

Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 5. Желтозеленые водоросли. Хап1орЬу1а / Н. Т. Дедусенко-Щеголева, М. М. Голлербах. - М.; Л., 1962. - 272 с.

Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып.6. Пирофитовые водоросли / И. А. Киселев. М., 1954. 212 с.

Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 7 Эвгленовые водоросли / Т. Г. Попова. М., 1955. -281 с.

Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 8 Зеленые водоросли. Класс Вольвоксове (СЫогорЬу1а: Уо1остеае) / Н. Т. Дедусенко - Щеголева, А. М. Матвиенко, Ф. Ф. Шкоробатов. М.; Л., 1959. -230 с.

Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 10 (1). Зеленые водоросли. Класс Улотриксовые. СЫогорЬу1а: ШоШсИорИусеае. иоШсЬакв / Н. А. Мошкова, М. М. Голлербах. Л., 1986. -360 с.

Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 11 (2). Зеленые водоросли. Класс Коньюгаты. Порядок Десмидиевые. СЫгорЬу1а. Соп|и§а1;оркусае. Бевш1ё1а1е8 (2) / Г.М. Паламарь-Мордвинцева. Л., 1982. -624 с.

Охапкин А.Г. Видовой состав фитопланктона как показатель условий существования в водотоках разного типа // Ботан. журн. 1998. № 9. - С. 1 - 12.

Охапкин А.Г. Фитопланктон Чебоксарского водохранилища. -Тольятти, 1994. - 275 с.

Охапкин А.Г., Микульчик И. А., Корнева Л.Г., Минеева Н.А. Фитопланктон Горьковского водохранилища. - Тольятти, 1997. - 224 с.

Прошкина-Лавренко А.И. Диатомовые водоросли - показатели солености воды //Диатомовый сборник. Л., 1953. Вып.1. -С. 187 - 205.

Фитопланктон Нижней Волги. Водохранилища и низовье реки. - Санкт-Петербург, 2003. -231с.

ABSTRACT. Thus, the floral diversity of phytoplankton investigated rivers determined diatoms, green algae and euglenophytes that form the basis of species composition in each watercourse. For all watercourses marked by a recognized pattern in community structure of phytoplankton to the predominance of representatives of the Department of diatoms characteristic of flowing water bodies compared to the lake ecosystem.

Investigated watercourses are at the heart of mesotrophic and eutrophic. The most prominent role in the population have made cyanoprokaryota and green algae, biomass - diatomovye, dinoflagellate and euglenophytes.

According to the index of species diversity Shannon all areas at all times of research, characterized by fragmented community of phytoplankton, relatively "dirty". According to the index saprobity, in general, watercourses matched betamezosaprobnoy area with water quality class "satisfactory purity."

ОЦЕНКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ И СРЕДЫ ИХ ОБИТАНИЯ В ЧУДСКО-ПСКОВСКОМ ОЗЕРЕ

Д.В. Белозерова, Т.В. Байдова, Л.А. Вишнякова, О.И. Репина

Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга (ГосНИОРХ), Санкт-Петербург, mikrobiol-gosniorh@yandex.ru

Основными причинами загрязнения внутренних водоемов являются хозяйственная деятельность в акваториях и на территории водосбора, транспортное и рекреационное использование, поступление сточных вод. Антропогенное вмешательство нарушает естественное равновесие водной экосистемы, негативно влияет на условия обитания гидробионтов, увеличивает риск микробной контаминации объектов рыболовства.

Микрофлора, обладая высокой физиологической активностью и адаптационными возможностями, является наиболее чувствительным компонентом биоценоза водоема и реагирует на воздействие изменением состава и функционирования, которые зависят от природы поступающих загрязнений и выражаются в развитии бактериальных популяций, использующих загрязняющие вещества в качестве конструктивного субстрата. Микроорганизмы играют важную роль в круговороте органических соединений и биогенных элементов, имеют решающее значение для формирования гидрохимического и гидробиологического режимов и процессов самоочищения, создают возможность для развития других групп организмов.

Микрофлора рыб в значительной степени определяется условиями их обитания и соответствует бактериальному состоянию водоема. Аллохтонные микроорганизмы преимущественно чужды водной среде, недостаточно благоприятной для их жизнедеятельности, тем не менее, используя воду и ихтиофауну в качестве трофических ниш, они способны выживать в ней в зависимости от устойчивости к внешним факторам, наличия питательных веществ, конкуренции автохтонной микрофлоры. Исследование изменений микробиологических показателей объектов рыболовства и среды их обитания является неотъемлемой частью экологических наблюдений водоемов и дает возможность оперативно и адекватно выявлять и контролировать поступление антропогенных загрязнителей.

Чудско-Псковское озеро – один из крупнейших водных объектов Европы, представляет собой озерный комплекс, включающий северное *Чудское*, срединное *Теплое,* южное *Псковское* озера. Водоем расположен на границе между Эстонией и Псковской и Ленинградской областями России, относится к бассейну Балтийского моря, используется в рыбохозяйственных целях, для судоходства, питьевого и промышленного водоснабжения, рекреации, в качестве приемника сточных вод.

Исследования, проведенные авторами в 2015 г., включали изучение водной среды по численности автохтонной и аллохтонной микрофлоры, концентрации сапрофитных бактерий, загрязнению колиформами и сальмонеллами, а также характеристику микробиологического статуса промысловых рыб по показателям безопасности.

Оценка качества вод и микробной контаминации объектов рыболовства осуществлена на основе изучения сезонных изменений и пространственного распределения микробиологических показателей. Полевые съемки по отбору проб воды проводили в раннелетний (июнь), летний (июль) и осенний (сентябрь) периоды в северной, центральной, южной частях Чудского и Псковского озер. Отбор ихтиологического материала в Чудском озере осуществляли с конца мая по сентябрь в прибрежье г. Гдова, Раскопельском заливе, южной части водоема; в Псковском озере – в сентябре в центральной части и в районе устья р. Великой (рис. 1).

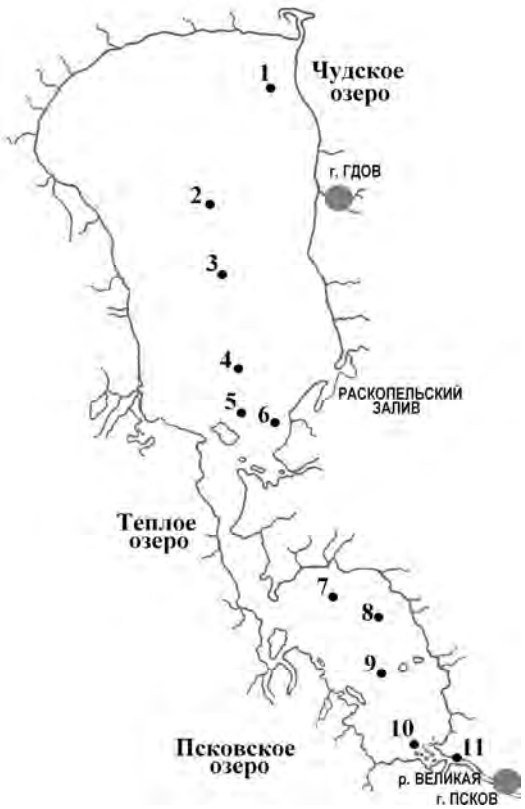


Рисунок 1 – **Районы исследований Чудско-Псковского озера**
Чудское озеро: северная часть - станция 1, центральная часть - станции 2, 3, южная часть - станции 4-6; Псковское озеро: северная часть - станции 7, 8, центральная часть - станция 9, южная часть - станции 10, 11

В результате исследований водной среды Чудско-Псковского озера выявлена значительная вариабельность концентрации автохтонной и аллохтонной микрофлоры: в Чудском озере – от 40 до 8300 КОЕ/мл (колониеобразующие единицы в 1 мл) и от единичных колоний до 860 КОЕ/мл, в Псковском озере – от 22 до 86000 КОЕ/мл и от единичных колоний до 12000 КОЕ/мл, соответственно. Количественные показатели микрофлоры Псковского озера превышали идентичные показатели Чудского на порядок и более, что характеризовало степень бактериальной загрязненности водоемов.

Изменения средней численности автохтонных и аллохтонных микроорганизмов в межсезонном аспекте составили: в Чудском озере по данным раннелетней съемки – 525 КОЕ/мл (при колебаниях от 60 до 1300) и 58 КОЕ/мл (при колебаниях от 12 до 120), по данным летней съемки – 763 КОЕ/мл (при колебаниях от 110 до 2500) и 12 КОЕ/мл (при колебаниях от единичных значений до 22), по данным осенней съемки – 2056 КОЕ/мл (при колебаниях от 40 до 8300) и 403 КОЕ/мл (при колебаниях от 22 до 860). В Псковском озере соответственно – 2830 КОЕ/мл (при колебаниях от 510 до 5600) и 545 КОЕ/мл (при колебаниях от 71 до 1200), 70 КОЕ/мл (при колебаниях от 22 до 180) и 38 (при колебаниях от единичных значений до 120), 23100 КОЕ/мл (при колебаниях от 4300 до 86000) и 3800 КОЕ/мл (при колебаниях от 280 до 12000) (рис. 2).

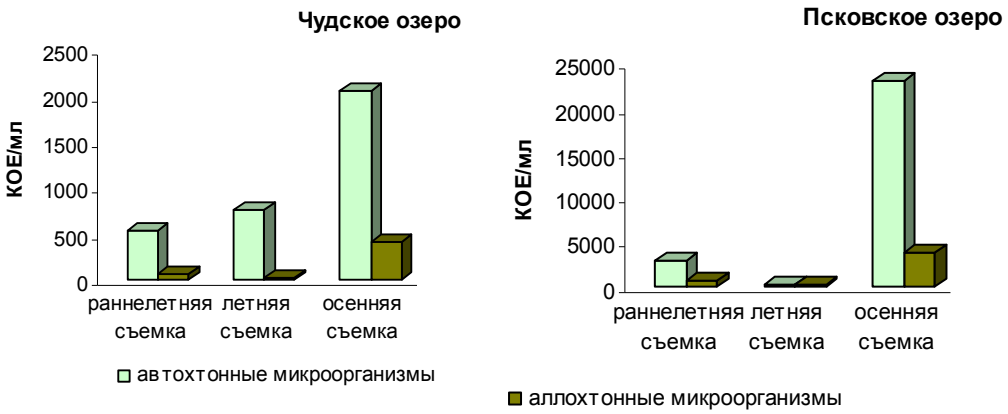


Рисунок 2 – **Сезонная динамика концентрации автохтонных и аллохтонных микроорганизмов в водной среде Чудско-Псковского озера**

В сезонной динамике микрофлоры Чудско-Псковского озера отмечались сентябрьские максимумы численности обеих групп. Повышение концентрации микроорганизмов в осенний период, как правило, вызвано разложением фитоценоза и увеличением автохтонного органического вещества. Наблюдаемый значительный рост, очевидно, обусловлен развитием естественных вегетационных процессов

и антропогенной нагрузкой, при доминировании последней. В июле в Псковском озере наблюдалось крайне низкое содержание микроорганизмов, наиболее вероятными причинами которого являлись как природные факторы – обильное развитие фито- и зоопланктонных организмов и антагонизм части из них в отношении микробных популяций, так и поступление специфических антропогенных загрязнителей, обладающих ингибирующим воздействием на водный микробиоценоз.

Оценка бактериальной численности по районам исследований (рис. 3) показала, что в Чудском озере наиболее динамичные изменения наблюдались в северной части (станция 1) с пиком обилия автохтонной микрофлоры осенью. Увеличение концентрации отмечалось здесь же летом, а также в южном районе, граничащем с Теплым озером (станция 6), – в раннелетний период. Интенсивное развитие микрофлоры приурочено к прибрежным зонам населенных пунктов и обусловлено воздействием характерных антропогенных факторов.

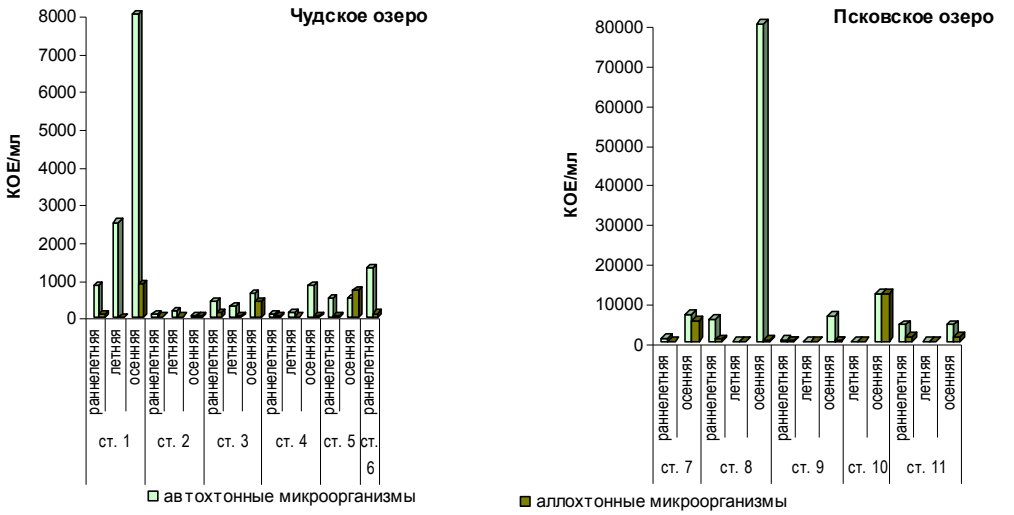


Рисунок 3 – **Изменение численности автохтонных и аллохтонных микроорганизмов по районам исследований Чудско-Псковского озера**

Микробная численность в Псковском озере характеризовалась наибольшими значениями аборигенных популяций в северо-восточной части (станция 8) в сентябре. Рост отмечался в этом районе и в раннелетний период, а также в южной (станция 10), северной (станция 7) и центральной пелагической (станция 9) частях водоема – осенью. Результаты указывали на значительную бактериальную нагрузку в акваториях.

Сравнение количественных показателей автохтонной и аллохтонной микрофлоры позволяет судить о степени и динамике самоочищающей способности

водоема. В местах антропогенного загрязнения их значения близки, при завершении процессов самоочищения отмечается значительное (в четыре раза и более) увеличение концентрации автохтонной составляющей относительно аллохтонной.

Соотношение численности исследуемых групп в Чудском озере в июне и в июле соответствовало практически завершенным процессам самоочищения. В сентябре в северной части водоема (станция 1) отмечались наибольшие значения показателей, соответствующие повышенной загрязненности, тем не менее, их соотношение указывало на конкурентную активацию аборигенной микрофлоры. В центральной части (станции 2, 3) наблюдалось снижение самоочистительной способности. В южной акватории (станция 5) выявлено незначительное преобладание аллохтонной микрофлоры над автохтонной, при этом их численность характеризовала невысокую бактериальную нагрузку, следствием которой и являлось замедление самоочищения. В Псковском озере оценка соотношения автохтонной и аллохтонной компонент в июне соответствовала эффективному бактериальному самоочищению в северной акватории (станции 7, 8). На остальных участках в этот период, а также во всех районах в период летней съемки, наблюдалась низкая концентрация микроорганизмов, что характеризовало завершенность самоочищения в северо-восточной (станция 8) и южной (станция 10) акваториях в июле, и его пассивное проявление в центральном (станция 9) и устьевом (станция 11) районах – в июне, а также в северной части водоема (станция 7) – в июле. В осенний период выявлено интенсивное бактериальное самоочищение в условиях аллохтонного загрязнения в северо-восточном (станция 8) и центральном (станция 9) районах, в акваториях остальных станций самоочистительная способность снижена.

Увеличение органической нагрузки вызывает рост сапрофитных микроорганизмов, являющихся активными участниками процессов утилизации легкоусвояемых органических соединений, и их численность является одним из показателей степени загрязнения и качества вод по категориям и классам. Концентрация сапрофитных бактерий служит также одним из критериев сапробности водоемов. Сапробность определяет обусловленную степенью гетеротрофности и оксифильности способность таксономических групп организмов обитать в водной среде с тем или иным содержанием органических веществ и продуктов их распада. Преобладание значительного числа видов рыб характерно для олиго-мезосапробных вод.

В период наблюдений изменения количественных характеристик сапрофитной микрофлоры варьировали (КОЕ/мл): в Чудском озере в северной части – в диапазоне от $8{,}3\times10^{2}$ до $8{,}3\times10^{3}$, в центральной части – от $4{,}0\times10^{1}$ до $6{,}2\times10^{2}$, в южной – от $6{,}2\times10^{1}$ до $1{,}3\times10^{3}$; в Псковском озере в северной части – в диапазоне от $2{,}2\times10^{1}$ до $8{,}6\times10^{4}$, в центральной части – от $1{,}8\times10^{2}$ до $6{,}4\times10^{3}$, в южной – от $3{,}4\times10^{1}$ до $1{,}2\times10^{4}$. По оценке средних значений (рисунок 4) наибольшая численность отмечалась в Чудском озере в северной части в осенний период. Центральный пелагический район характеризовался низкой и, практически,

неизменной концентрацией, как и южная часть водоема, где незначительный бактериальный рост наблюдался в юго-восточном прибрежье в июне и в сентябре. В Псковском озере высокая концентрация отмечалась в период осенней съемки во всех районах, максимальная – в северной части водоема. Минимальные значения выявлены повсеместно в июле. В пространственно-временном распределении сапрофитной бактериофлоры наблюдались изменения, отличные от естественного хода процессов деструкции лабильного органического вещества, продуцируемого биоценозом водоема, что указывало на наличие антропогенных источников загрязнения.

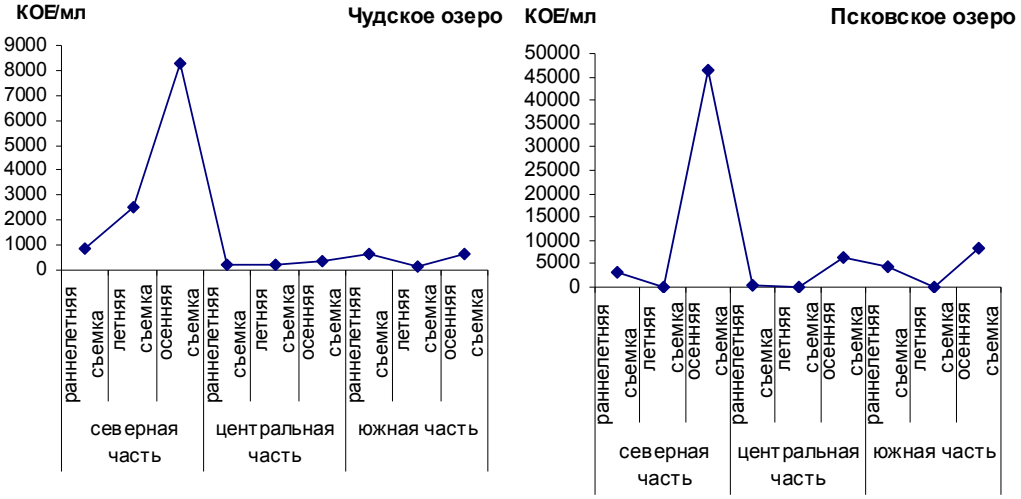


Рисунок 4 – **Развитие сапрофитной микрофлоры в водной среде Чудско-Псковского озера**

Степень развития сапрофитной микрофлоры в водах Чудского озера соответствовала категориям качества «очень чистые» и «чистые», исключение составляла северная акватория, где воды в сентябре – умеренно загрязненные. В Псковском озере результаты оценки качества вод включали все категории от «очень чистых» до «грязных». Наименьшая загрязненность регистрировалась повсеместно в июле, за исключением умеренно-загрязненного северного прибрежного района; наибольшая – в сентябре, за исключением южного района с водами категории «чистые». С учетом тренда бактериального загрязнения в отдельных акваториях, Чудско-Псковское озеро в период наблюдений характеризовалось как водоем олиго-мезосапробный с промежуточным классом качества вод II-III.

Общие колиформные бактерии и сальмонеллы относятся к энтеробактериям, в состав которых входят представители нормальной кишечной микрофлоры

и значительное количество патогенов. Выявление их в водоеме обусловливает не только риски для водопользования, но и негативное воздействие на водную экосистему. В зависимости от концентрации органических и минеральных веществ энтеробактерии способны сохраняться и размножаться в поверхностных водах, распространяясь от мест поступления стоков, что приводит к нарушению экологического равновесия в микробиоценозе, понижению самоочищающей способности водоема.

Численность общих колиформных бактерий является интегральным показателем степени фекального загрязнения водоема, используется в качестве наиболее чувствительного критерия выявления его источников, лимитируется двумя нормативными значениями – для водоснабжения и для рекреационного водопользования и в черте населенных мест. Оценка концентрации колиформ в период наблюдений выявила соответствие акваторий Чудского озера нормативным показателям. В Псковском озере отмечалась значительная контаминация, превышающая нормативы, во всех районах отбора проб июньской и сентябрьской съемок.

Бактерии рода *Salmonella* являются индикаторными для всей группы патогенных кишечных бактерий. Основные причины их присутствия в водной среде – несоблюдение режимов санитарной охраны водозаборов, сбросы недостаточно обеззараженных сточных вод, нарушение естественного статуса акваторий. Сальмонеллы обладают высокой степенью устойчивости к воздействию внешних факторов, что позволяет им длительно сохраняться в пресной и морской воде. В период наблюдений в Чудско-Псковском озере патогенные сальмонеллы не обнаружены.

Согласно установленным требованиям микробиологическая безопасность объектов рыболовства для потребителя определяется оценкой их соответствия гигиеническим нормативам показателей – количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), бактерии группы кишечных палочек (БГКП), золотистый стафилококк (*Staphylococcus aureus*, *S. aureus*), *Listeria monocytogenes (L. monocytogenes)*, сальмонеллы (*Salmonella)*. КМАФАнМ и БГКП относятся к санитарно-показательной группе, *S. aureus* – к условно-патогенной, *L. monocytogenes* и *Salmonella* – к патогенной.

В период наблюдений бактериальная контаминация объектов рыболовства характеризовалась санитарно-показательной группой. Из пяти исследованных промысловых видов (лещ, окунь, плотва, судак, щука) превышение норматива КМАФАнМ установлено во всех популяциях рыб за исключением судака, превышение норматива БГКП – во всех популяциях. Золотистый стафилококк и сальмонеллы не обнаружены. В пробе леща из района устья р. Великой в Псковском озере идентифицирован патогенный вид листерий, что предположительно указывало на поступление в акваторию инфицированных сточных вод.

Наибольший уровень микробного загрязнения промысловых рыб наблюдался в прибрежье г. Гдова в Чудском озере и в устьевой части р. Великой в Псковском озере в осенний период, несоответствие нормативам выявлено в 66,7% проб. В районе Гдова в мае такие пробы составили 25,0%, в июне и в августе – 40,0%, в южной части в августе – 28,6%. Бактериальная контаминация рыб в Раскопельском заливе характеризовалась только превышением численности БГКП – в 25,0% экземпляров рыб (рис. 5).

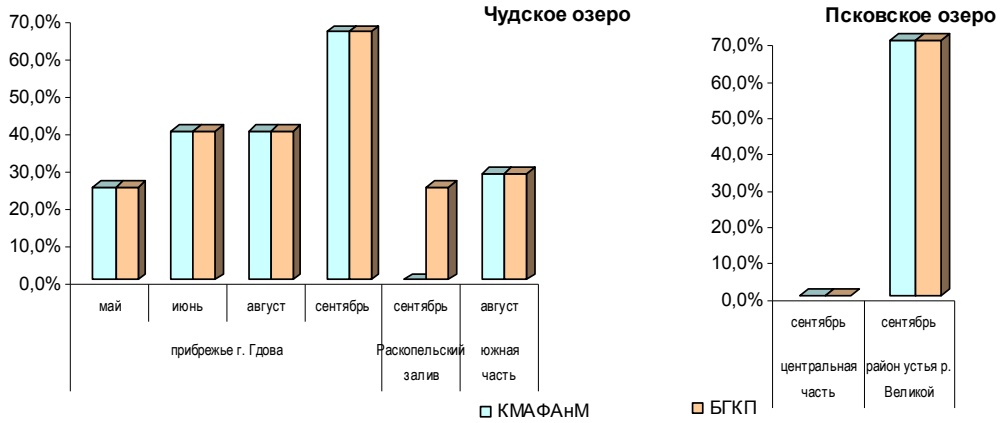


Рисунок 5 – **Контаминация рыб санитарно-показательными микроорганизмами по районам исследований Чудско-Псковского озера, %**

В настоящее время микрофлора Чудско-Псковского озера недостаточно изучена, регулярные микробиологические наблюдения за состоянием водоема, включающие оценку бактериального загрязнения гидробионтов и водной среды, не осуществляются, что обусловливает актуальность данной разработки. Полученные результаты свидетельствуют о воздействии природных и антропогенных факторов на экосистему Чудско-Псковского озера и подтверждают необходимость проведения ежегодного микробиологического мониторинга водоема с целью определения устойчивости его функционирования, выявления критических нагрузок, сохранения водных биоресурсов и среды их обитания.

ABSTRACT. Studies carried out in Lake Peipus (Pskovsko-Chudskoye) have included the assessment of count for autochthonous and allochthonous microflora, saprophytic bacteria, total coliforms and Salmonella and also characterization of commercial fishes by safety indices. Analysis of changes of micribiological indices of fishery objects and their habitat made it possible to reveal the anthropogenic impact and confirmed the neccesity of conducting regular microbiological studies within the framework of ecological monitoring.

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И МОРФОГЕНЕЗА СИГОВЫХ РЫБ В ПОСТЭМБРИОНАЛЬНЫЙ ПЕРИОД В УСЛОВИЯХ АКВАКУЛЬТУРЫ

В.А. Богданова, Т.А. Филатова, Ю.В. Арефьева

Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга (ГосНИОРХ), Санкт-Петербург, aqualab2007@yandex.ru

Сиговые рыбы являются одними из ценнейших промысловых видов северных регионов России. В последнее время в связи почти повсеместным сокращением численности природных популяций сигов и их промысловых запасов остро встает вопрос о выращивании молоди в искусственных условиях для целей искусственного воспроизводства и товарной аквакультуры.

Одним из важных этапов в процессе выращивания являются ранние стадии онтогенеза. Знание их морфологической и экологической разнокачественности, адаптивного значения отдельных морфофизиологических особенностей важны для изучения проблем и разработки методов рыборазведения, селекции, а также выяснения возможностей управления индивидуальным развитием.

Особенностью раннего онтогенеза является чрезвычайно быстрый рост (весовой и линейный) ранней молоди и интенсивные процессы морфогенеза, связанные с формированием дефинитивных признаков рыб. В этой связи особый интерес представляют исследования видоспецифических особенностей различных видов сиговых рыб, являющихся объектами аквакультуры, которые в тоже время могут быть рассмотрены как модельные объекты при изучении проблем биологии развития в группе Coregonidae.

Материалом для исследования послужила молодь волховского сига (*Coregonus lavaretus baeri*) и муксуна (*Coregonus muksun*).

Материал собран 2014 гг. Молодь получена от производителей маточных стад волховского сига и муксуна, содержащихся в условиях индустриальной (садковой) аквакультуры. Стада сформированы на рыбоводном хозяйстве ООО «Форват» (оз. Суходольское, Ленинградская область). Возраст производителей 3+ - 9+. Инкубацию икры проводили в стандартных аппаратах Вейса. Молодь выращивали в бассейнах ейского типа, первоначально в условиях комбинированного питания с использованием живого (науплии артемии) и сухого (датской фирмы «БиоМар») кормов с последующим переходом только на искусственный корм.

Содержание производителей, инкубация икры и выращивание молоди проходило при естественном температурном режиме озера Суходольского. Данные по температуре воды при выращивании молоди в бассейнах представлены на рисунке 1.

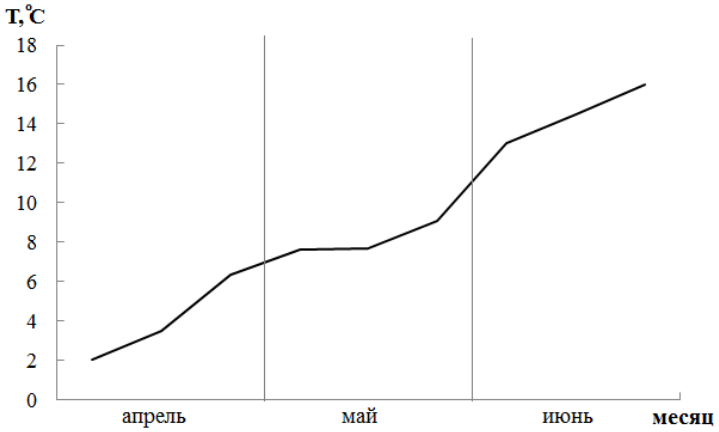


Рисунок 1 – **Температурный режим содержания молоди волховского сига и муксуна в исследуемый период (2014 г.)**

Особенности роста и морфогенеза сигов в личиночный период исследовали по 9 стандартным признакам: масса тела (M), общая длина (L), длина до конца хорды (l), наибольшая высота тела (H), наименьшая высота тела (h), длина головы (Lceph), высота головы (Hceph), диаметр глаза (D), длина туловищного отдела (ad); для определения изменения с ростом пропорций тела рассчитывали индексы: H/l; ad/l; Lceph/l; Hceph/ Lceph; D/ Lceph; D/l. Каждая выборка включала 30 особей.

Измерение икры и молоди волховского сига и муксуна разного возраста проводили на фиксированном в 2% формалине материале по единой методике (Ланге, Дмитриева, 1981).

Статистическую обработку материалов проводили по компьютерной программе «Статистика».

Маточные стада волховского сига и муксуна сформированы в начале 2000-х годов и в настоящее время включает производителей сига от четырех (сиг) и пяти (муксун) до десяти лет. Масса производителей волховского сига составляет от 0,7 до 1,8 кг, муксуна - от 1,6 кг до 4 кг.

Икра сигов варьирует от светло-желтого до оранжевого цвета. Размер овулировавших икринок у молодых самок волховского сига в среднем 2,3 мм, масса - около 7 мг; у самок старшего возраста - 2,5 мм, массой около 7,5 мг. У муксуна диаметр икринок варьирует от 2,2-2,5 мм, масса 7-8 мг.

После «набухания» размер икринок увеличивается приблизительно на 20%, составляя в диаметре в среднем около 3 мм; к завершению эмбрионального развития размеры икринок меняются незначительно.

При выходе из оболочек эмбрионы имеют прозрачное тело. Пигментация предличинок, значительно более выраженная у волховского сига, имеет вид

округлых звезчатых и разветвлено звезчатых меланофор, расположенных билатерально по дорсальной и вентральной сторонам тела двумя рядами, а также представлена отдельными крупными клетками в области желточного мешка и головного отдела. Наиболее концентрированно пигментные клетки располагаются вдоль кишечника (Богданова, Стрельцина, 2013). Тело предличинок окружено плавниковой каймой, которая начинается у волховского сига от 7-8 сегмента, у муксуна - от 5-6 сегмента, далее огибая все тело доходит до анального отверстия и от него продолжается до желточного мешка. При этом между границами будущих плавников (спинным и жировым, жировым и хвостовым, хвостовым и анальным) имеются характерные выемки (рисунок 2а).

Массовое вылупление предличинок волховского сига наблюдали 17-18 апреля, муксуна - 23-24 апреля. Данные по размерно-весовым признакам предличинок в момент выхода из оболочек (по данным 2013 г.) представлены в таблице 1.

Таблица 1 - **Характеристика экстерьерных признаков предличинок волховского сига и муксуна в момент вылупления (Богданова, Стрельцина, 2013)**

N	M, мг	V,%	L, мм	V,%	l, мм	V,%	lv	V,%	hv	V,%
Волховский сиг										
30	7,8±0,03	20,4	11,8±0,09	4,4	11,3±0,09	4,6	1,8±0,03	6,6	1,0±0,03	17,5
	Муксун									
30	6,7±0,23	15,5	10,7±0,1	5,1	10,3±0,1	5,5	1,7±0,04	12,6	1,2±0,03	16,5

В сравнительном аспекте личинки волховского сига имеют несколько большую длину и массу тела и заметно различаются по уровню пигментации.

Рост и морфогенез волховского сига и муксуна на личиночном этапе развития

На протяжении личиночного периода в экстерьере волховского сига и муксуна происходят существенные морфологические преобразования, связанные с переходом на внешнее питание и резорбцией желточного мешка, постепенной резорбцией плавниковой складки, формированием дефинитивных структур плавников, изменением пропорций тела, его пигментации и окраски (рисунок 2).

а – Предличинка волховского сига в момент вылупления. Масса тела 8,3 мг

б - Личинка волховского сига в возрасте 23 дня после вылупления. Масса тела 32 мг. Формирование брюшных плавников. Скопление мезенхими в области спинного и анального плавников

в – Личинка волховского сига в возрасте 43 дня после вылупления. Масса тела 71 мг. Полное загибание уростиля. Лучи хвостового плавника направлены горизонтально назад и приближаются к концу плавниковой складки, в середине которой появляется выемка, определяющая две симметричные лопасти. Плавательный пузырь заполняется воздухом. Личинки становятся менее прозрачными, усиливается пигментация тела.

г – Волховский сиг при переходе на предмальковую стадию. Возраст 56 дней. Масса тела 165 мг. В хвостовом и спинном плавниках членистые лучи выходят за край плавниковой складки. Боковые стороны туловища, жаберные крышки становятся серебристыми. Личинки теряют прозрачность

Рисунок 2 – **Морфогенез сиговых на протяжении личиночного периода развития на примере волховского сига**

Таблица 2 – **Изменение значений экстерьерных признаков волховского сига и муксуна в личиночный период**

Дата/ возраст, сут.*	N	M, мг	V,%	L, мм	V, %	l, мм	V, %	H, мм	V,%	h, мм	V,%	ad, мм	V, %	Lceph, мм	V,%	Hceph, мм	V,%	D, мм	V,%
Волховский сиг																			
12.05/ 24	30	25,8±0,72	15,3	17,8±0,18	5,5	15,9±0,18	6,4	2,0±0,05	12,6	1,0±0,04	21,2	12,4±0,12	5,3	3,5±0,06	9,0	2,1±0,04	9,5	1,2±0,02	10,2
22.05/ 34	30	45,7±1,84	21,3	21,1±0,15	3,7	18,2±0,18	5,1	2,2±0,05	12,1	1,0±0,04	20,5	14,2±0,15	5,6	4,2±0,08	10,7	2,4±0,05	10,2	1,4±0,03	11,8
26.05/ 38	30	60,0±3,26	29,2	22,5±0,31	7,5	19,9±0,28	7,5	2,4±0,09	19,6	1,2±0,06	25,4	15,4±0,16	5,7	4,6±0,09	10,4	2,6±0,05	10,8	1,6±0,03	11,3
01.06/ 43	30	93,5±4,48	31,5	25,5±0,38	7,6	21,4±0,33	7,6	2,8±0,06	10,9	1,3±0,03	11,5	16,7±0,24	8,0	5,2±0,08	8,1	2,9±0,06	10,4	1,8±0,03	7,8
11.06/ 53	30	161,5±8,45	33,9	29,4±0,47	8,1	25,2±0,43	8,8	3,5±0,11	15,2	1,7±0,05	14,9	19,0±0,32	9,1	6,1±0,12	10,0	3,7±0,07	10,3	2,1±0,03	7,7
Муксун																			
12.05/ 20	30	16,9±0,88	28,6	15,8±0,22	7,6	15,1±0,20	7,3	1,9±0,04	11,6	0,6±0,02	14,5	10,6±0,18	9,5	2,8±0,05	10,3	2,2±0,05	11,4	1,1±0,01	7,1
22.05/ 30	30	41,2±1,11	14,7	20,0±0,17	4,6	18,6±0,15	4,5	2,8±0,04	7,7	1,0±0,02	9,4	13,3±0,12	4,9	3,8±0,03	4,9	2,8±0,03	5,9	1,3±0,01	6,4
26.05/ 34	29	49,5±2,81	30,6	21,6±0,33	8,2	19,4±0,28	7,8	3,2±0,08	13,3	1,1±0,03	16,0	14,2±0,20	7,4	3,8±0,05	6,8	3,1±0,05	8,3	1,4±0,02	7,7
01.06/ 39	30	71,6±4,82	36,7	23,8±0,43	9,8	21,2±0,36	9,3	3,4±0,08	13,2	1,2±0,04	17,6	15,5±0,25	8,9	3,8±0,07	6,4	3,3±0,07	11,9	1,6±0,02	8,1
11.06/ 49	30	273,6±11,6	23,1	33,9±0,42	6,8	29,1±0,33	6,3	5,8±0,10	9,3	2,2±0,04	9,5	21,1±0,27	7,0	5,6±0,07	7,0	4,9±0,06	7,0	2,3±0,02	5,4

Примечание: возраст рассчитан от даты массового вылупления

В предмальковый период проходил интенсивный рост молоди волховского сига и муксуна. Средняя масса тела у волховского сига увеличилась в 21 раз у муксуна – 40 раз, достигнув 161, 5 мг и 273,6 мг, соответственно (таблица 1). Линейные размеры молоди к концу наблюдения составили у волховского сига L 29,4 мм (l 25,2 мм), у муксуна L 33,9 мм (l 29,1 мм). Наибольший интенсивный весовой и линейный рост у волховского сига наблюдали в декаду с 22 мая по 01 июня, у муксуна – с 1 по 11 июня, когда прирост по массе тела составил около 280%, по линейным размерам - около 40%. Высокий темп роста отмечен при быстром подъеме температуры воды (рисунок 1).

Отмечаются некоторые видовые различия между волховским сигом и муксуном по ряду индексов, отражающих пропорции тела рыб. Так, муксун отличается большей высокотелостью по сравнению с волховским сигом, тогда как волховский сиг наряду с более удлиненным телом (по значению антедорсального расстояния), имеет более удлиненную голову и крупные глаза относительно муксуна (таблицы 3, 4).

Абсолютные значения морфологических признаков в процессе роста рыб закономерно возрастают, положительно коррелируя с массой и длиной тела. Пропорции тела по большинству признаков с ростом рыб меняются незначительно, за исключением увеличения высоты тела у муксуна, а также некоторого увеличения значений относительной длины головы и диаметра глаз у волховского сига.

Таблица 3 – **Значения экстерьерных индексов волховского сига в процессе личиночного развития**

Признак	**12.05**	**22.05**	**26.05**	**01.06**	**11.06**
в % от длины тела (l)					
H	12,5±0.29	12,3±0,25	12,3±0,34	12,8±0,26	12,0±0,27
L ceph	21,9±0,35	23,1±0,45	23,2±0,35	23,7±0,37	24,1±0,30
ad	78,1±0,65	78,5±0,64	78,3±0,86	78,3±0,52	77,0±0,45
D	7,8±0,16	7,6±0,16	8,5±0,37	8,3±0,17	8,5±0,12
в % от длины головы (H ceph)					
H ceph	62,3±1,51	56,8±1,14	56,7±1,04	56,8±1,01	61,7±1,18
D	35,6±0,69	33,2±0,01	36,9±0,76	35,0±0,76	35,5±0,61

Таблица 4 – **Значения экстерьерных индексов муксуна в процессе личиночного развития**

Признак	12.05	22.05	26.05	01.06	11.06
в % от длины тела (l)					
H	14,9±0,20	16,3±0,29	16,2±0,17	20,1±0,20	19,9±0,20
L ceph	20,7±0,20	19,7±0,22	18,0±0,21	19,4±0,21	20,7±0,20
ad	71,8±0,31	73,2±0,31	72,9±0,47	72,4±0,32	71,8±0,31
D	7,1±0,09	7,4±0,09	7,6±0,08	7,9±0,08	7,1±0,09
в % от длины головы (H ceph)					
H ceph	74,0±0,88	80,8±1,28	86,9±1,58	87,7±1,14	74,0±0,88
D	34,4±0,44	37,4±0,51	42,8±0,59	40,9±0,51	34,4±0,44

Изменчивость

Известно, что одно из самых существенных отличий изменчивости в период развития от изменчивости взрослых заключается в том, что в раннем онтогенезе изменчивость отдельных признаков протекает на фоне быстрой изменяемости течения процессов. Изменчивость в раннем онтогенезе определяется наследственными факторами и влиянием условий среды при том что предельный размах изменчивости определен для каждого признака наследственно (Емельянов, 1984).

Уже при вылуплении предличинки рыб отличаются разнообразием по массе и размерам. Стартовое преимущество более крупных особей, связанное, как правило, с размерно-возрастными характеристиками производителей, по мере роста и развития, однако, постепенно исчезает (Кирпичников, 1987).

Существенное значение на развитие и рост молоди оказывает фактор питания. В природных условиях наличие достаточного количества пищи, прежде всего, при переходе на активное питание, наряду с фактором выедания представителями местной биоты, во многом определяют выживаемость ранней молоди в водоемах, уменьшает шансы выживания ослабленных особей, регулирует ее численность.

Для молоди, развитие которых проходит в условиях аквакультуры обеспечивается регулярность питания и отсутствие угрозы поедания хищниками. На ее выживаемость, рост и развитие большее влияние, оказывает плотность посадки в рыбоводных емкостях, поскольку даже при хорошем кормлении создаются неравные для молоди условия получения пищи. У ранней молоди, помимо различий в стартовых качествах личинок, даже при прочих благоприятных условиях (температура, газовый режим, качество воды и др.) отмечается повышенная вариабельность размерных и морфологических признаков. После сортировки, которая проводится уже в мальковый период, молодь, входящая в группу отстающих в росте, способна быстро компенсировать рост (Сборник методических рекомендаций…, 2013).

Предличинки волховского сига и муксуна в момент вылупления имели массу тела 7,8±0,30 мг и 6,7±0,23 мг при коэффициенте вариации 20,4% и 15,5%, соответственно, что сопряжено с достаточно высокой вариабельностью размеров

желточного мешка (таблица 1). В процессе развития личинки волховского сига и муксуна имеют наибольшую вариабельность по массе тела (V,% 15-30 и более), увеличивающуюся по мере роста. Размерные признаки менее вариабельны, коэффициенты вариации у волховского сига по длине тела были 3,7-8,8%, у муксуна - в диапазоне от 4,5 до 9,8% (таблица 2).

Таким образом, на примере двух видов сиговых рыб - волховского сига и муксуна показано, что в постэмбриональный период в ходе морфогенеза, наряду с закономерными изменениями весовых и размерных параметров рыб, связанных с их интенсивным ростом, основные пропорции тела меняются незначительно. Однако, уже на ранних стадиях развития проявляется видовая специфика экстерьера рыб, и по мере роста и морфогенетических преобразований, различия в значениях отличительных признаков усиливаются: у муксуна в сторону высокотелости, у волховского сига – в сторону прогонистости.

Повышенная вариабельность размерно-весовых признаков у сиговых рыб в личиночный период, при выращивании на искусственных кормах и высоких плотностях посадки, является закономерным явлением. Существующие технологии позволяют эффективно использовать потенциал компенсаторного роста для молоди, отстающей по размерно-весовым показателям при индустриальном культивировании.

Литература

Богданова В.А., Стрельцина Т.М. Оценка производителей индустриальных стад сиговых рыб по потомству//Материалы совещания «Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб»/Тюмень: ФГУП «Госрыбцентр». 2013. С. 21-25.

Емельянов С.В. Изменчивость в раннем онтогенезе животных, ее связь с условиями развития и отношение к изменчивости взрослых// Сб. Эколого-морфологические исследования раннего онтогенеза позвоночных. М.: Наука. 1984. С. 5-39.

Ланге Н.О., Дмитриева Е.Н. Методика эколого-морфологических исследований развития молоди рыб// Сб. Исследования размножения и развития рыб, М., 1981. С. 77-88.

Кирпичников В.С. Генетика и селекция рыб. Л.: Наука. 518 с.

Сборник методических рекомендаций по индустриальному выращиванию сиговых рыб для целей воспроизводства и товарной аквакультуры / под ред. А.К. Шумилиной. СПб: ГосНИОРХ. 2013. 288 с.

ABSTRACT. The paper describes growth and morphogenesisof whitefish larvae grown in aquaculture. Using two whitefishes - Coregonus lavaretus baeri and Coregonus muksun - we show that as they grow their basic body proportions do not change significantly. However, specific particularities of their exterior appears on early stages of their development. The more they grow and change morphogenetically the bigger the difference in proportions manifests itself: highly- bodyawn in the muksun and elongation in the Volkhov whitefish. Increased variability of the size and weight of the cultivated fishes in the lavae period is an objective phenomenon. The existing technologies make it possible to use effectively the potential of compensatory growth for the slowly developing young in the process of industrial cultivation.

ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЕВРОПЕЙСКОГО ХАРИУСА ТИМАНСКОГО ВОДОТОКА В УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ

Э.И. Познак[1], А.Б. Захаров[2], В.Г. Терещенко[3]

[1] Сыктывкарский государственный университет им. П. Сорокина, Сыктывкар
[2]Институт биологии Коми Научного Центра Уральского Отделения РАН, Сыктывкар
[3]Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок
[1]boznak06@rambler.ru; [2]zaharov@ib.komisc.ru; [3]tervlad@ibiw.yaroslavl.ru

Европейский хариус широко распространен в водоемах европейской части России. Он предпочитает водотоки полугорного типа и верховья крупных рек, часто заходя на нагул в олиготрофные озера (Атлас.., 2002). В водотоках Тимана этот вид рыб практически повсеместно является доминантом, составляя от 23,5% до 95,6% (в среднем около 70%) контрольных уловов (Захаров, Познак, 2011).

Происходящее сегодня хозяйственное освоение территории Европейского Северо-востока России, связанное с разведкой и добычей минеральных полезных ископаемых, неизбежно приводит к увеличению числа водных объектов, так или иначе вовлекаемых в сферу антропогенного воздействия. Такое воздействие многопланово и включает в себя как прямое нарушение водоемов и их водосборов, вызванные разработкой полезных ископаемых и строительством объектов инфраструктуры, так и резкое возрастание промысловой нагрузки в происходящее результате развития системы транспортных коммуникаций, облегчающей доступ к ранее труднодоступным участкам водотоков, и отсутствие эффективной системы регулирования потребительского рыболовства. В результате, практически повсеместно наблюдается омоложение возрастной структуры хариуса и снижение его размерно-весовых характеристик (Захаров, Черезова, 2008; Захаров, Познак, 2009).

Цель данной работы – анализ динамики численности популяции европейского хариуса верхнего течения р. Вымь в условиях разработки Средне-Тиманского бокситового месторождения.

Необходимым условием таких исследований является наличие достаточно длинного ряда данных полученных на основе одних и тех же методик. Таким требованиям полностью удовлетворяют материалы, собранные в ходе комплексного мониторинга за состоянием гидробиоценозов водотоков бассейна верхнего течения р. Вымь (крупный тиманский водоток, относящийся к бассейну р. Северная Двина), входящих в зону влияния Средне-Тиманского бокситового рудника.

Отлов рыб проводили в летне-осенний период 2005–2015 гг. при помощи стандартных ставных жаберных сетей длиной 30 м и ячеей 20-40 мм. В течение все периода наблюдений использованы одни и те же методы сбора материала (конструкция и места установки сетей, режим проверки и т.д.) и его обработки.

Для оценки относительной численности рыб, входящих в контрольные уловы, рассчитывали величину улова на промысловое усилие, т.е. количество особей, отловленных в стандартную сеть длиной 30 м в течение 24 часов ее экспозиции (экз./сеть в сутки). В расчетах использовано общее количество рыб, отловленных жаберными ставными сетями, за 6-8 суток (в период с 10 по 30 августа) соответствующего года.

Для описания динамики численности группировки хариуса, обитающего в верхнем течении р. Вымь, применен метод «динамического фазового портрета» значимого параметра системы (Волькенштейн, 1978; Свирижев, Логофет, 1978). Методика построения фазовых портретов реальных биологических систем подробно описана ранее (Терещенко, Вербицкий, 1997; Verbitsky, Tereshchenko, 1996). В нашем случае динамика относительной численности европейского хариуса рассмотрена в координатах N и dN/dt, где N – относительная численность (экз./30 м сети в сутки), dN/dt – скорость изменения относительной численности (экз./сетесутки в год). Для уменьшения влияния случайных флуктуаций численности при построении фазовых портретов исходные данные сглаживали и интерполировали. Применение метода динамических фазовых портретов позволяет выявить равновесные (стационарные) состояния системы, в которых скорость изменения анализируемого показателя близка к нулевой. На графике такое состояние отображается в виде закручивающейся спирали (особая точка – «устойчивый фокус»), эллиптической кривой небольшой амплитуды (особая точка – «центр») или раскручивающейся кривой (особая точка – «неустойчивый фокус»). Траектория системы, состояние которой далеко от стационарного, имеет вид выпуклой или вогнутой дуги, соединяющих предыдущее состояние со следующим (Терещенко, 2005; Терещенко, Вербицкий, 1997).

Река Вымь, является крупнейшим правым притоком р. Вычегды (приток первого порядка р. Северная Двина). В верхнем течении реки ширина русла варьирует от 60-80 м (в районе порога Чевью) до 5-8 м в близи истока (у порога Епаш). Русло реки сложено каменистыми или каменисто-галечными грунтами. Здесь распространены мелководные каменистые перекаты глубиной 20-40 см со скоростью течения свыше 1 м/с. Глубина реки на плесах может достигать 1,5-2 м, реже встречаются ямы с глубинами свыше 5 м.

В магистральном русле р. Вымь и ее притоках хариус, безусловно, является доминантом, составляя от 55 до 94,5% сетных уловов, а в случае применения крючковых орудий (спиннинг, нахлыст, поплавочная удочка) уловы состоят почти исключительно из европейского хариуса.

Численность хариуса на протяжении периода наблюдений не остается постоянной, причем колебания численности носят периодический характер с периодом около 4 лет (3,75 года). При этом общий уровень численности, не смотря на колебания, заметно снижается. Так численность хариуса в 2009 и 2013 гг. (пики численности), оказывается ниже, по сравнению с 2005 г., соответственно в 1,14 и 1,31 раза. Несколько уменьшается и амплитуда колебаний. Если в начале периода

наблюдения (2005 – 2006 гг.) относительная численность могла меняться в 4,5 раза, то 2009-2015 гг. эти колебания не превышали 2,5 раз (рис. 1).

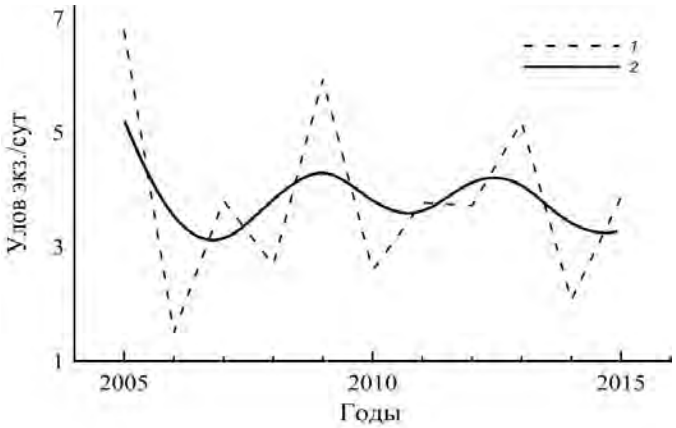


Рисунок 1 - **Динамика относительной численности хариуса рыб верхнего течения р. Вымь: 1– исходные данные; 2 – сглаженные данные**

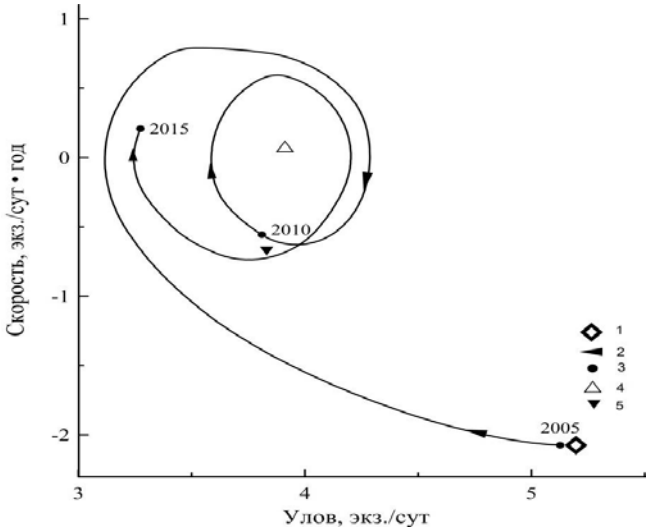


Рисунок 2 - **Динамический фазовый портрет численности европейского хариуса верхнего течения р. Вымь**

1 – исходное состояние системы; 2 – направление ее перемещения;
3 - состояние системы в год, отмеченные рядом; 4 – устойчивое состояние системы;
5 – критическая точка в функционировании

Динамический фазовый портрет, построенный по этим данным, демонстрирует переход группировки хариуса, после резкого падения его численности в 2006 г., в новое равновесное состояние с низким уровнем численности (около 4 экз./сеть*сутки) и последовавшее за этим дальнейшее снижение до уровня около 3,3 экз./сеть.

На фазовом портрете такая траектория выглядит в виде плавной вогнутой дуги, переходящей в спираль с постепенно смещающимся фокусом (рис. 2). При этом равновесное состояние (фокус спирали) для группировки хариуса располагается в интервале 3,7–4,0 экз./сеть*сутки, что в 1,4-1,5 раза ниже, чем в начале периода наблюдений. Обращает на себя внимание критическая точка, примерно соответствующая 2013-2014 гг. и отмечающая выход системы из стационарного состояния. Далее численность популяции хариуса продолжает снижаться, постепенно замедляясь, на протяжении 2014 г. и к осени 2015 г. изменение численности имеет уже положительную скорость. Учитывая циклический характер динамики численности описываемой группировки, можно предположить, что мы наблюдаем начальные этапы процесса перехода популяции хариуса верхнего течения р. Вымь в новое равновесное состояние, характеризующееся еще более низким уровнем численности (порядка 3,5 экз./сеть).

Наряду со снижением численности наблюдается изменение и возрастной структуры контрольных уловов хариуса. Если в начале периода наблюдений (2005-2006 гг.) средний возраст отловленных рыб достигал 5,7 полных лет жизни, а доля рыб старших возрастных групп, неоднократно участвующих нересте, - почти 46%, то в 2012 г. средний возраст отловленных особей составил 3,9 года, а доля неоднократно нерестившихся особей не превышала 11%. Некоторое увеличение этих показателей, происходящее в 2013-2015 гг. в целом совпадает с наметившимся переходом популяции в новое стационарное состояние.

Такое изменение численности и возрастной структуры группировки вымского хариуса может быть обусловлено как ухудшением условий размножения и обеднением кормовой базы, так и возрастанием промысловой нагрузки. К сожалению, имеющиеся в нашем распоряжении данные не позволяют с достаточной достоверностью исследовать влияние каждого из этих факторов. Тем не менее, основные абиотические показатели верхнего течения р. Вымь (pH-7,7; содержание кислорода 9,4-10,9 мг/л, концентрация взвесей 0,6-0,9 мг/л) на протяжении длительного времени остаются благоприятными для обитания холодолюбивых оксифильных рыб (лососевые, европейский хариус и обыкновенный сиг) и сопоставимы с таковыми уральских притоков р. Печора. Заметные изменения сообществ водных беспозвоночных наблюдаются лишь в местах пересечения русла транспортными коммуникациями (Захаров, Черезова, 2008). Иными словами разработка Средне-Тиманского бокситового месторождения до настоящего времени не привел к сколько-нибудь существенными нарушениям среды обитания рыб. Не произошло и заметных изменений температурного и гидрологического режимов исследованного водотока.

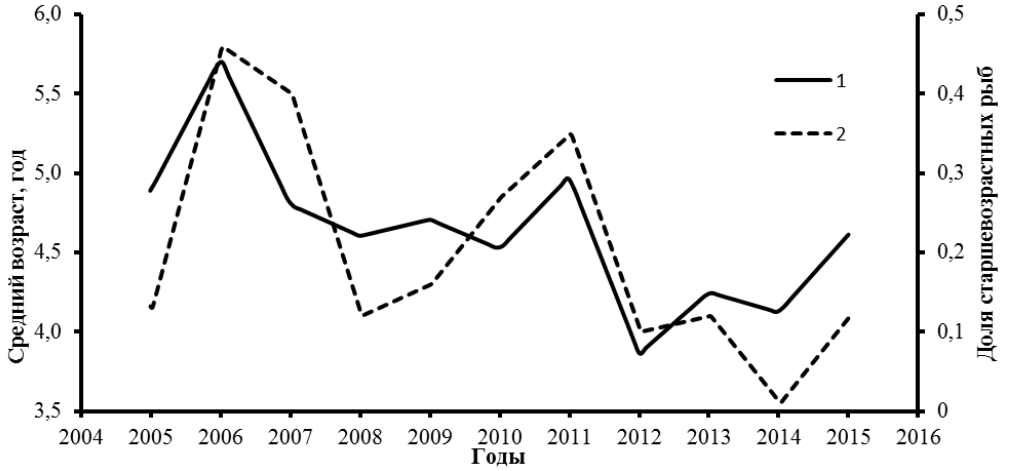


Рисунок 3 - **Изменение среднего возраста и суммарной доли старшевозрастных рыб в контрольных сетных уловах европейского хариуса верхнего течения р. Вымь**
1 – средний возраст уловов;
2 – доля суммарная доля рыб старших возрастных групп (6+ и старше)

Еще сложнее описать изменение промысловой нагрузки. До 1995 г. верховье р. Вымь оставались крайне труднодоступными из-за отсутствия здесь автомобильных дорог. Промышленная разработка Средне-Тиманского бокситового месторождения (1998 г.) сопровождалась строительством притрассовой автодороги (а позднее и железной дороги), связавшей территорию месторождения с населенными пунктами. В результате этого значительный участок бассейна верхнего течения р. Вымь оказался доступным для рыбаков, деятельность которых практически не контролировалась. К началу 2000-х г. в верхнем течении р. Вымь (в районе устья р. Вежаю) была построена охотничье-рыболовная база. Сейчас в бассейне р. Вымь более 10 участков, используемых для организации любительского спортивного рыболовства. Не снижается интенсивность и нелегального вылова. Во время лишь одного рейда в апреле 2014 г. сотрудниками Двинско-Печерского территориального управления Росрыболовства было выявлено более 30 нарушений и изъято свыше 200 кг незаконно выловленной рыбы (в основном хариус и сиг).

Таким образом, переход группировки хариуса верхнего течения р. Вымь в состояние с низкой численностью, сопровождающееся омоложением возрастной структуры уловов, по-видимому, обусловлено воздействием практически неконтролируемого рыболовства. На сегдняшний день намечается некоторая стабилизация численности, т.е. интенсивность вылова на данном уровне пока компенсируется воспроизводительным потенциалом популяции. Однако сохранение

существующего уровня вылова (или усиление его) может привести к резкому падению численности хариуса и ка следствие дестабилизации всего рыбного населения данного водотока

Литература

Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. Т.1. / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2002. 379 с.

Волькенштейн М.В. Общая биофизика. М.: Наука, 1987. 592 с.

Захаров А.Б., Познак Э.И. Влияние освоения бокситовых месторождений на рыбное население водотоков Тимана // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера: Материалы XXVIII междунар. конференции (5-8 октября 2009 г., г. Петрозаводск)/ Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. С. 228-232.

Захаров А.Б., Познак Э.И. Современное состояние рыбного населения водотоков Тимана // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов. Материалы докл. I Всероссийск. конференции с междунар. участием. 12-16 сентября 2011г., Борок, Россия. В 2-х тт. М.: АКВАРОС, 2011. С. 243-250.

Захаров А.Б., Черезова М.И. Ихтиофауна малых водотоков в районе разработки бокситовых месторождений Тимана // Разнообразие и пространственно-экологическая организация животного населения европейского Северо-Востока. Сыктывкар, 2008. С. 54-80. (Тр. Коми НЦ УрО РАН, №184).

Свиржев Ю.М., Логофет Д.О. Устойчивость биологических сообществ. М.: Наука, 1978. 352 с.

Терещенко В.Г. Динамика разнообразия озер и водохранилищ Росси и сопредельных стран: Автореф. дис. … докт. биол. наук. СПб., 2005. 49 с.

Терещенко В.Г., Вербицкий В.Г. Метод фазовых портретов для анализа динамики структуры сообществ гидробионтов // Биология внутр. вод, 1997. №1. С. 23-31.

Verbitsky V.B. and Tereshchenko V.G. Structural phase diagrams of animal communities in assessment freshwater ecosystem conditions, Hydrobiologia, 1996, vol. 322, pp. 277–282.

ABSTRACT. The dynamics of the number of European grayling inhabits the area of the upper reaches of the river Vym (basin river Northern Dvina), included in the zone of influence of the Middle Timan bauxite mine. Marked transition grayling population in the new steady state with low numbers, accompanied by a change in the age structure of the control of catches.

СТРУКТУРА МНОГОЛЕТНИХ КОЛЕБАНИЙ ВЫЛОВА РЫБЫ В ОЗЕРЕ ИЛЬМЕНЬ И ИХ СОПРЯЖЕННОСТЬ С АБИОТИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

В.Д. Бойцов

Новгородская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ», Великий Новгород, vboitsovd@mail.ru

Озеро Ильмень относится к бассейну Балтийского моря Атлантического океана и входит в европейскую систему великих озер. Оно расположено на западе Новгородской области и является одним из наиболее продуктивных водоемов Северо-Запада России. В 1970-1980-е годы в оз. Ильмень добывали до 3,0-3,5 тыс. т рыбы. Основными промысловыми видами являются лещ, синец, щука и судак. Их доля в общем вылове составляет более 70%.

Все виды растений и животных обитают в окружающей их наземной и водной среде, условия которой представляют собой совокупность ее физико-химических и биологических характеристик. При этом для размножения, роста и выживания организмов большое значение имеют абиотические факторы, оказывающие на эти процессы как прямое, так и косвенное влияние.

Наиболее репрезентативными данными по оценке запасов промысловых популяций рыб являются результаты инструментальных учетных съемок. Однако такие сведения для оз. Ильмень отсутствуют, но имеется достаточно длительный с 1946 г. ряд вылова в нем рыбы. Как отмечается в некоторых работах, такие данные могут служить косвенным критерием колебаний запасов популяций (Мониторинг численности (биомассы) рыб…, 1990; Никольский, 2013).

В многолетних колебаниях численности и биомассы многих промысловых видов рыб присутствуют циклические составляющие, связанные с долгопериодными и меньшей длительности изменениями температуры воды и других абиотических факторов, которые через условия воспроизводства и обеспеченности пищей оказывают влияние на выживание поколений и динамику линейно-весовых параметров особей (Никольский, 2013). Если же основу промысла в водоеме составляют виды, имеющие близкий уровень толерантности к основным экологическим факторам, то межгодовая динамика физико-химических характеристик среды обитания рыб в той или иной степени должна определять особенности колебаний их запасов и уловов.

Цель настоящей работы состояла в том, чтобы установить частотный состав многолетней изменчивости годового вылова рыбы в оз. Ильмень, а также спектральную структуру колебаний температуры его воды и уровня как наиболее важных абиотических параметров с последующим анализом их сопряженности. В качестве исходных данных использовались выборки этих показателей за период с 1946 по 2015 г.

На рисунке 1 представлена межгодовая динамика вылова рыбы в оз. Ильмень, его средней температуры воды в мае-октябре и уровня в апреле-октябре. Осреднение гидрологических характеристик выполнено для периода ее размножения, развития ранних стадий и нагула.

В многолетних колебаниях вылова рыбы в оз. Ильмень присутствует значимый нисходящий линейный тренд, который вносит около 18% в изменчивость исходных данных. В динамике температуры воды тенденция имеет отрицательный знак и определяет около 19% общей дисперсии ряда. В колебаниях уровня озера тренд статистически не значим, хотя визуально он, как и у промыслового показателя, нисходящий (см. рис. 1в).

Более подробный анализ динамики вылова рыбы в оз. Ильмень в течение 70 лет показал, что с 1946 по 1982 г. трендовая компонента отсутствовала. В течение следующих 10 лет наблюдалось чередование высоких и относительно низких уловов, средняя годовая величина которых превышала 3000 т. После 1992 г. вылов рыбы начал уменьшаться, а с 1995 по 2008 гг. стабилизировался на низком уровне. Его средний показатель был более чем в 2 раза ниже, чем в предыдущие 10 лет. В период низких уловов в 1998 г. зафиксирован исторический минимум вылова, который составил 739 т. После 2008 г. он постоянно увеличивался в среднем на 165 т/год.

В межгодовой динамике температуры воды оз. Ильмень с 1946 по 1992 г. как и в колебаниях уловов, тренд отсутствовал. В последующие шесть лет произошло кратковременное похолодание его водных масс, когда их средняя температура в этот временной диапазон уменьшилась почти на 1 °С по сравнению с таковой в 1946-1992 гг. После похолодания с 1999 г. начался современный период потепления с максимумом в 2010 - 2011 гг. В целом тренды в динамике вылова рыбы в оз. Ильмень и температуры воды в 1946-2015 гг. имели противоположный знак. Однако они совпадали, если их оценивать на отдельных временных отрезках.

Кроме линейного тренда, значения которого рассчитанные по линейному уравнению были исключены из исходных данных там, где он был, в изменчивости анализируемых параметров присутствует циклическая компонента длительностью 50-60 лет (рис. 2). В дисперсию первичной выборки вылова рыбы в оз. Ильмень она вносит около 45%. Вклад этого ритма в колебания температуры воды составляет 19% и 16% в изменчивости уровня. Близкая квазипериодичность ранее была выявлена в динамике гидрометеорологических характеристик в различных районах нашей планеты, а также в колебаниях запасов ряда популяций морских промысловых рыб (Александров, Брязгин, Дементьев, 2003; Кляшторин, Любушин, 2005; Knudsen et al., 2011; Lyubushin, Klyashtorin, 2012).

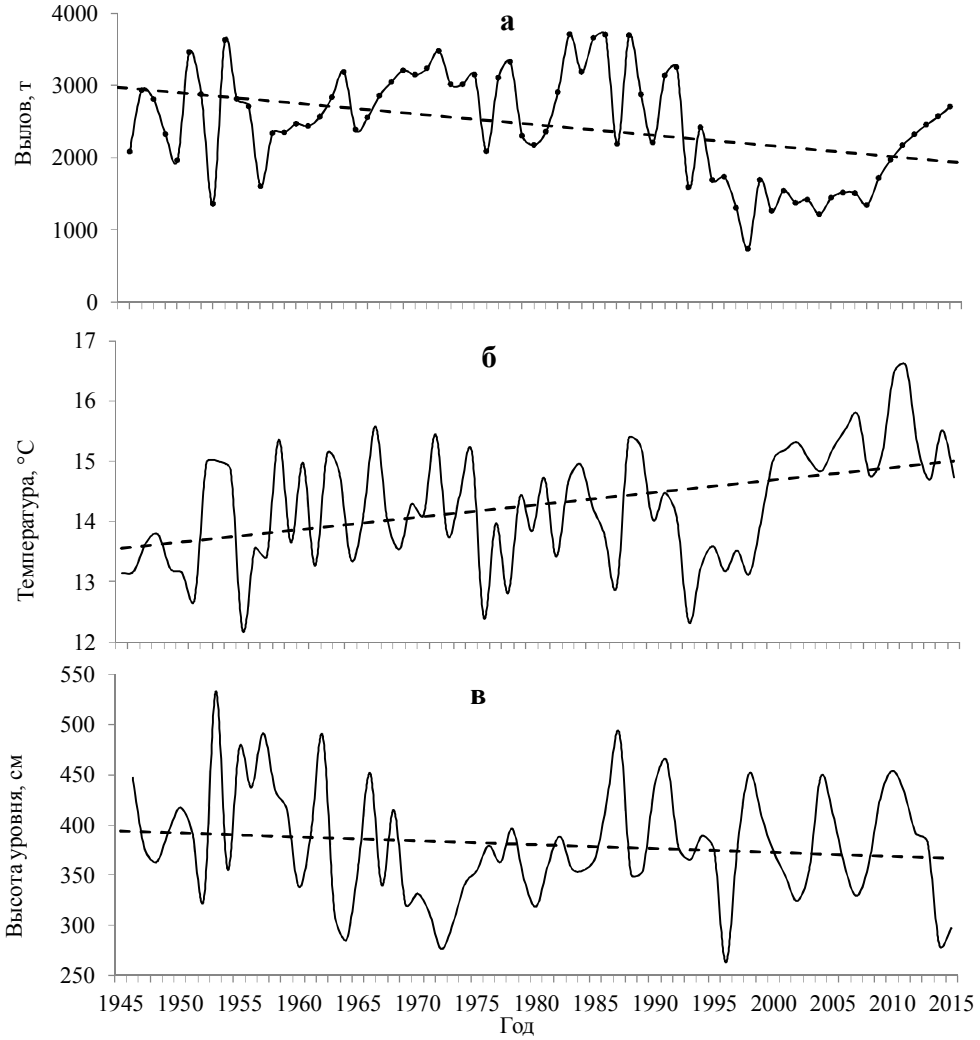


Рисунок 1 - **Межгодовые колебания вылова рыбы в оз. Ильмень (а), его средней температуры воды в мае-октябре (б), уровня в апреле-октябре (в) 1946-2015 гг. и их линейные тренды (пунктир)**

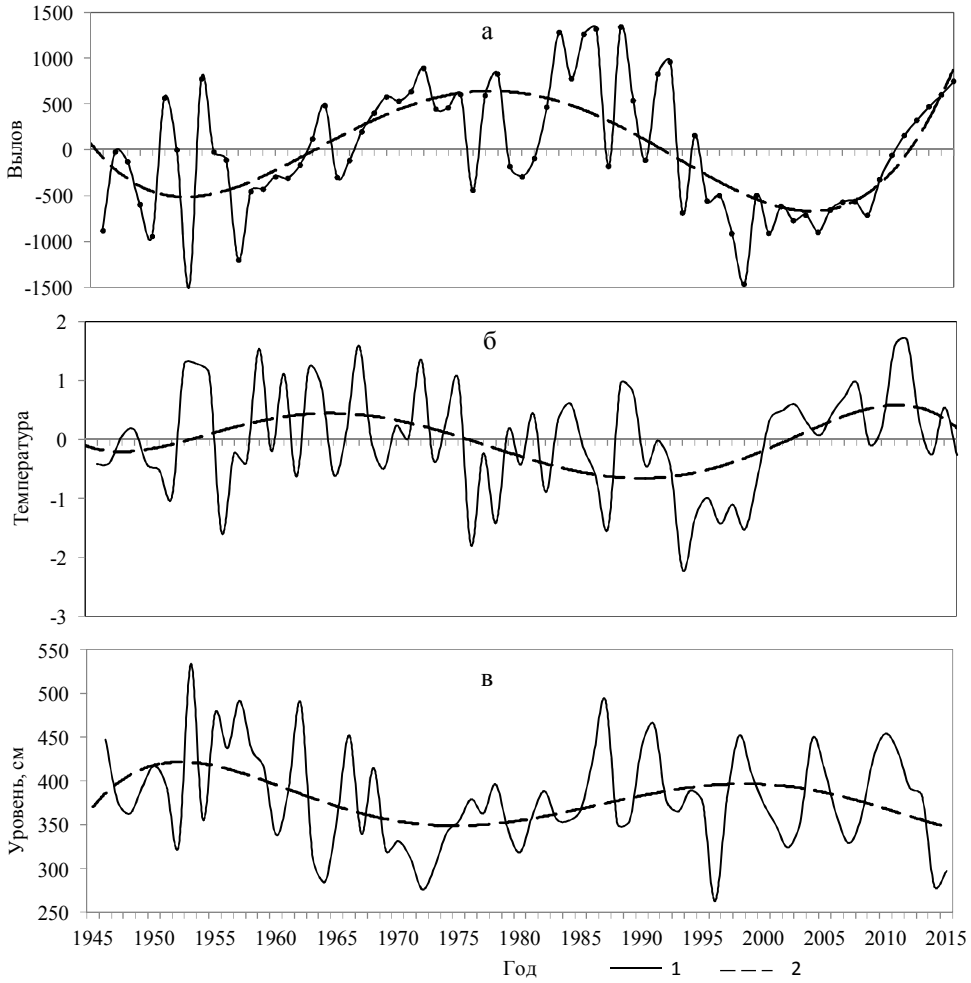


Рисунок 2 - **Межгодовые колебания отклонений от линейного тренда (1) значений вылова рыбы в оз. Ильмень (а), его средней за май-октябрь температуры воды (б), исходных данных уровня за апрель-октябрь (в) и их циклическая составляющая 50-60 лет (2)**

Совместный анализ циклических компонент длительностью 50-60 лет в колебаниях промыслового и гидрологических параметров показал, что максимум вылова рыбы в оз. Ильмень в 1970-1980 гг. наблюдался на ветви спада температуры воды, а минимумы в начале 1950-х годов и в начале XXI в. на ветви ее подъема. Между 50-60-летними составляющими в изменчивости вылова рыбы и уровня озера существует высокая когерентность. Однако ее знак отрицательный, поскольку максимумы промыслового показателя близки к минимумам уровня и наоборот.

Поэтому причиной существования в колебаниях вылова 50-60-летнего цикла может быть наличие такого же квазипериода в межгодовой изменчивости уровня оз. Ильмень. Коэффициент корреляции между ритмами этих параметров при синхронном сопоставлении составляет r = - 0,80, увеличиваясь до r = - 0,85 при сдвиге рядов на 1 год. При увеличении сдвига на 2 и 3 года он возрастает до r = - 0,88 и r = - 0,89 соответственно (данные уловов запаздывают).

Таким образом, долгопериодные компоненты в многолетних колебаниях вылова рыбы в оз. Ильмень, которыми являются линейный тренд и ритмичность 50-60 лет, вбирающие вместе более 65% дисперсии исходных данных, вероятно, генерируются климатическими факторами. Тенденция в изменении промыслового показателя может определяться цикличностью в динамике температуры воды водоема с периодом, превышающим длину выборки, а 50-60-летний ритм изменчивостью увлажненности площади водосбора озера.

Исследования спектрального состава рядов данных с исключенными трендами и ритмикой 50-60 лет проводились с применением непрерывных вейвлет-преобразований в виде комплексной функции Морле, когда базисы локализованы не только по частоте, но и по времени. Расчеты вейвлет коэффициентов выполнены с помощью программного пакета «AutoSignal v.1.6», результаты которых представлены на рисунке 3, где их значения, соответствующие спектральной энергии квазипериодичностей, увеличиваются от черного цвета к белому. Дополнительно использовался метод выделения гармонических функций с некратными частотами относительно основной частоты (Schiekedanz, Bowen, 1977). Это позволяет увеличить число гармоник, что приводит к возрастанию в несколько раз детализации спектрального состава колебаний параметра.

Результаты расчетов коэффициентов вейвлет-преобразования показали, что в колебаниях вылова рыбы в оз. Ильмень наибольшую спектральную плотность имели ритмы в диапазоне 27 и 18-19 лет. Значительно меньший вклад вносила квазипериодичность около 10 лет, а высокочастотные флуктуации менее 5 лет имели высокий потенциал только на отдельных участках временной шкалы (см. рис. 3 а).

В динамике температуры воды оз. Ильмень присутствуют циклические составляющие 18-20 и 10, а также 5-7 лет. Последняя слабо выражена в динамике вылова рыбы. Расчеты спектра межгодовых колебаний уровня озера выявили наличие квазипериодичности 26-27 лет, которая есть в изменчивости уловов, и ритмические компоненты 11 и 6-7 лет, а также 3-4 года (см. рис. 3 б и в).

Следует отметить, что еще в 1960-е годы П.В. Тюрин (1967), исследуя влияние климатических факторов на запасы промысловых рыб и их уловы в озерах северо-запада СССР по данным коротких выборок, отмечал наличие в динамике данных вылова 16-17 и 11-летних циклов, близких к периодичностям в колебаниях уровня воды. Тогда выявить наличие более продолжительных циклических вариаций не позволяла длительность наблюдений. Он также считал, что в оз. Ильмень высокие уловы рыб отмечались после нескольких предшествующих лет, когда их условия воспроизводства были благоприятными (Тюрин, 1967). Возможно,

этим объясняется наличие высоких коэффициентов корреляции между циклическими составляющими 50-60 лет в динамике уровня воды в оз. Ильмень и вылова в нем рыбы при сдвиге промыслового показателя относительно гидрологического параметра на 2-3 года вперед.

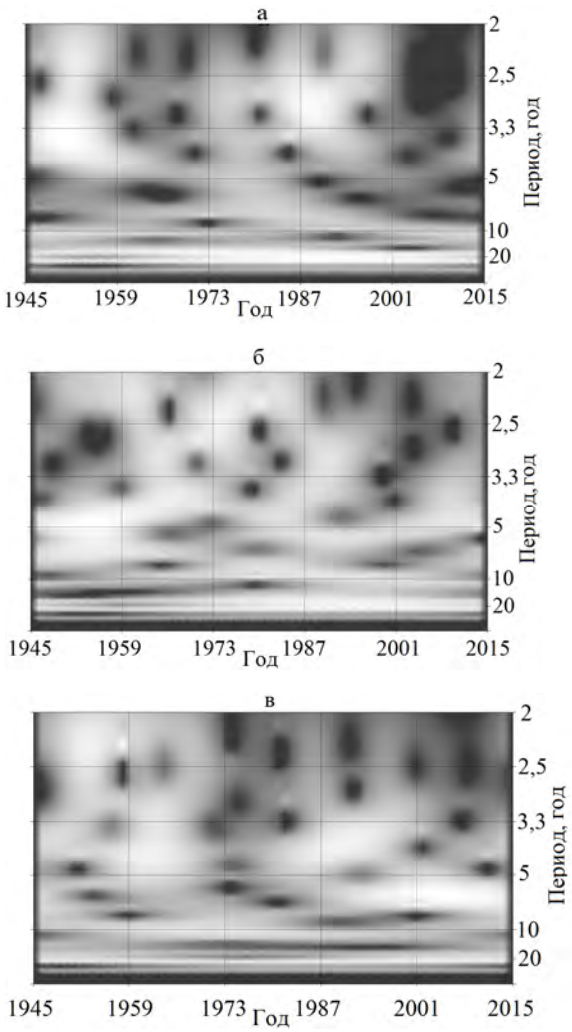


Рисунок 3 - **Коэффициенты вейвлет-преобразования рядов вылова рыбы в оз. Ильмень (а) его средней за май-октябрь температуры воды (б) и уровня за апрель-октябрь (в)**

Анализ сопряженности колебаний вылова рыбы в оз. Ильмень с его температурой воды и уровнем после исключения значений тренда и циклической составляющей 50-60 лет из исходных выборок показал отсутствие между ними высокой статистической связи. Коэффициент корреляции между выловом и температурой оказался значимым, но низким (r = 0,31), а между выловом и объемом воды в озере не превысил его критического значения (r = - 0,20). Можно предположить, что это связано с некоторыми различиями спектрального состава анализируемых рядов в диапазоне более высоких частот и с несовпадением начальных фаз некоторых циклических компонент.

Из-за ограничений объема настоящей работы мы не анализировали циклические составляющие 26-27, 18-19 и около 10 лет в межгодовых колебаниях вылова рыбы в оз. Ильмень и гидрологических факторов с целью оценки уровня когерентности одинаковых по продолжительности ритмических компонент. Такие исследования планируется продолжить.

Закономерности динамики численности популяций рыбы и уловов определяются не только влиянием физико-химическими параметрами водных масс. Кроме природных условий на этот процесс воздействуют и различные антропогенные факторы, негативная роль некоторых из них, не смотря на принимаемые меры, по оценкам специалистов не уменьшается. Исследование степени влияния каждой группы факторов на колебания биомассы популяций рыб является важной, но сложной задачей, решение которой необходимо для правильного понимания функционирования экосистем и выработки стратегии длительной эксплуатации ихтиофауны, не допуская их критического состояния.

Литература

Александров Е.И., Брязгин Н.Н., Дементьев А.А. Тенденция в изменениях температуры воздуха и атмосферных осадков Северной полярной области во второй половине XX века//Исследование изменений климата и процессов взаимодействия океана и атмосферы в полярных областях: Тр. ААНИИ. – 2003. – Т. 446. – С. 31-40.

Кляшторин Л.Б., Любушин А.А. Циклические изменения климата и рыбопродуктивности. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – ISDN 5-85382-212-8. – 235 с.

Мониторинг численности (биомассы) рыб в районе промысла на основе оперативной промысловой информации/Драпацкий М.Я., Козупская Г.И., Матушанский М.Ф., Черный Э.И.//Биологические основы динамики численности и прогнозирования вылова рыб: Сборник тр. ВНИРО, 1990. – С. 214-224.

Никольский Г.В. Избранные труды. 2 том. - М.: Издательство ВНИРО, 2013. - 600 с.

Тюрин П.В. Влияние климатических условий на периодические колебания запасов промысловых рыб в озерах Ладожском, Ильмень, Псковско-Чудском и Белом. Тр. ВНИРО, 1967. - Т. LXII. – С. 268-310.

Knudsen M.F., et al., 2011, Tracking the Atlantic Multidecadal Oscillation through the last 8,000 years, Nat. Commun. 2:178 doi: 10.1038/ncomms1186.

Lyubushin A, Klyashtorin L. Short term global dt prediction using (60-70) - years periodicity. Energy & Environment · Vol. 23, No. 1, 2012. – P. 75-85.

Schiekedanz P, Bowen E. The computation of climatological power spectra.- Journal of applied meteorology, 1977. - Vol. 16. – 4. – P. 359-367.

ABSTRACT. Based on historical data (1946-2015), the results of spectral analysis of fish catch, water temperature and level in Lake Ilmen were presented. It was found that these parameters had similar frequency structures. Long-term components explain about 65% of the commercial index variability. The trend may be determined by tendency in water temperature dynamics, and the 50-60-year cycle may result from the same quasi-periodicity of water level.

ФАКТОРЫ ДЕПРЕССИИ ПОПУЛЯЦИЙ ЕРША В ВОДОЕМАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.Л. Болотова
Вологодский государственный университет, Вологда, bolotova.vologda@mail.ru

Ерш как представитель бореального равнинного фаунистического комплекса является типичным видом для водоемов на территории Вологодской области, расположенной в умеренной зоне. Благоприятными условиями для обитания в северных мелководных экосистемах было наличие для нереста песчаных грунтов, хороший кислородный режим и достаточная кормовая база. Поэтому ранее ерш относился к основным промысловым рыбам в крупных озерах, был обычным видом в их притоках, в реках с песчаным дном, в средних и малых озерах.

Проведенные в начале 1970-х годов в девяти ландшафтных районах кадастровые исследования 275 озер, показали зависимость распространения ерша от их лимнологических особенностей и происходящих изменений водных экосистем (Озерные ресурсы…, 1981). Уже в тот период отмечалось выпадение ерша из состава доминирующего комплекса рыбной части сообществ, переход из многочисленных в разряд второстепенных или редко встречающихся видов, вплоть до его исчезновения в отдельных озерах. При крайне слабом освоении промыслом средних и малых озер основной причиной сокращения численности ерша являлось ухудшение условий обитания. Это связано с процессами дистрофикации и эвтрофирования, сопровождающегося зарастанием, заилением, цветением воды и соответственно дефицитом кислорода. Другими уязвимыми моментами служат небольшая площадь и мелководность, недостаток песчаных грунтов, низкий уровень развития кормового зообентоса, а также бессточность озер, чему сопутствуют заморные ситуации. Вытеснение ерша происходит на фоне сукцессии малых озер, направленной в сторону доминирования другого бореального вида – окуня, устойчивого к закислению вод и безразличного к нерестовому субстрату (Жаков, 1984). Выборочные исследования в 1990-е годы 16 малых озер Мегорско-Андомского ландшафта подтвердили тенденцию вытеснения ерша из рыбного населения, а также случаи его массовой гибели. Из семи обследованных озер Андомской возвышенности ерш перестал встречаться в трех водоемах, и только в одном относился к многочисленным видам. Из девяти озер Кирилловской гряды ерш только в двух из них имел среднюю численность, в четырех водоемах был малочислен, а в трех озерах его популяции переходили в категорию исчезающих. В 2000-е годы добыча ерша в средних и малых водоемах, которых насчитывается в Вологодской области более 5 тысяч, незначительна – в среднем около 1,4 т, а в реках уловы заметно снизились от 1,2 до 0,4 тонны.

В крупных озерах: Белое, Кубенское и Воже, вплоть до середины XX века ерш составлял ядро интенсивного промысла, ориентированного на короткоцикловые виды. Существовал специализированный промысел ерша, использовались специальные печи для получения "суща", который традиционно входил в рацион местного населения. Подобный характер промысла, несмотря на большое количество рыбаков, не оказывал катастрофического влияния на запасы ерша, восстанавливающего свою численность, благодаря короткому циклу жизни. Хотя еще Н.Я Данилевский в середине XIX в. впервые исследовавший особенности рыболовства на озерах Северо-запада России, считал опасным чрезмерное изъятие ерша и отношение к нему как «сорному виду», учитывая его роль для питания хищных видов (Данилевский, 1875).

Сравнительный анализ состояния рыбного населения крупных рыбопромысловых озер Вологодской области за 85-летний период позволил выделить основные этапы изменений, в том числе для популяций ерша, в связи с антропогенным воздействием, включая влияние промысла и ухудшение абиотических условий. Приоритетность действия факторов в тот или иной период зависела от типа водоема и состава ихтиофауны, менялась в связи с уровнем антропогенной нагрузки и социально-экономическими условиями (Болотова, 1999, 2005).

Вплоть до 1930-1950-х годов не наблюдалось коренной перестройки рыбного населения в достаточно благоприятных условиях обитания и воспроизводства, а также при консервативном характере рыбодобычи с традиционными методами ведения лова и структурой промысловой базы. Случаи массовой гибели ерша из-за неблагоприятных гидрологических и погодных условий компенсировались восстановлением численности за счет короткого жизненного цикла. Хотя периодически отмечалось отрицательное воздействия загрязнения на рыбные запасы, но приоритетным антропогенным фактором, определяющим динамику рыбной части сообщества, было влияние промысла. Причем в случае перелова, его последствия ликвидировались через государственное регулирование. Известным примером может являться повсеместное запрещение мелкоячейных орудий лова на крупных озерах Северо-Запада в 1957 году, что повлекло за собой отмену специализированного лова ерша, то есть ослабления на его популяции промысловой нагрузки.

Начиная с 1960–х годов, приоритетная роль в изменении структуры рыбного населения перешла к абиотическим факторам, в связи с резким увеличением пресса на водоемы. Данный период связан с развитием промышленности, химизацией сельского хозяйства, последствия чего усугублялись традиционной приуроченностью центров хозяйственной деятельности региона к водоемам. Для этого десятилетия было характерно падение добычи ерша в крупных рыбопромысловых озерах, наряду с исчезновением в течении ряда лет из состава уловов.

К 1970-м годам, вследствие ответной реакции озерных экосистем на многолетнее и интенсивное воздействие, произошло заметное ухудшение качества водной среды. Это результат многоплановой эксплуатации, связанной с преобразованием водосборов, зарегулированием стока, изменением гидрологического режима, безвозвратным изъятием воды, поступлением сточных вод, последствиями гидромеханизированных работ, интенсивного судоходства и лесосплава. Хроническое загрязнение водоемов на фоне их обмеления вызвало пролонгированную реакцию экосистем, когда включились негативные механизмы ускорения эвтрофирования и токсификации (Болотова, 1999, 2009).

На фоне выхода экосистем из стабильного состояния в 1980-е годы возросла потенциальная опасность негативного влияния промысла на динамику рыбного населения, в том числе на популяции ерша. В целом, влияние промысла на популяции ерша в течение рассмотренных десятилетий было связано с перевооружением рыболовецкой базы, изменением селективности вылова в сторону крупного частика. Однако, последствия нерационального промысла в тот период еще можно было компенсировать принятием мер через государственное управленческие структуры. Кроме того, многолетние и многоступенчатые процессы, воздействующие на изменение рыбного населения через абиотические факторы, возможно было прогнозировать.

К 1990-м годам ситуация в корне изменилась, когда к неблагоприятным абиотическим условиям, имеющих пролонгированный эффект для перестройки рыбной части сообщества, добавился труднопрогнозируемый фактор. Это смена самого характера организации эксплуатации рыбных ресурсов, что было обусловлено социально-экономическими условиями в стране. В постсоветский период была разрушена прежняя система промысла при утрате его государственного регулирования и введении новых форм хозяйствования. Промышленная рыбодобыча крупными государственными и кооперативными организациями заменилась на предпринимательскую деятельность, наряду с разрешением сетного лова гражданам по лицензиям. Это сопровождалось увеличением количества применяемых орудий лова с преобладанием крупноячейных ставных сетей и значительным уменьшением контроля над их использованием (Болотова, 2005). Практически неконтролируемое и селективное изъятие рыбы, направленное на ценную и крупную рыбу, в сочетании с резко выросшими количественными объемами, превратило процесс перестройки рыбного населения в «революцию». Лимнологические особенности мелководных озер усугубляли последствия интенсивной промысловой нагрузки, так как при этом облавливалась практически вся толща воды. Несмотря на значительное увеличение промысловой нагрузки, общие уловы рыбы по данным официальной статистики значительно сократились. Снижение рыбодобычи в целом отражало уменьшение рыбных запасов, но свою лепту в эти показатели могло вносить искажение данных, представляемых заготовителями для рыбопромысловой статистики. Кроме того, объемы изъятия

могли быть значительно выше учитываемых статистикой за счет процветающего браконьерства в данный период.

В результате сменилось соотношение видов в составе уловов, что в значительной мере определялось избирательностью вылова и неравномерным использованием промысловых запасов популяций отдельных видов. Наблюдался перелов крупного частика, составляющего от 75 до 90% от общих уловов, и соответственно недоиспользование мелкочастиковых рыб, к которым относится ерш. Это характерно для структуры уловов и в настоящее время, когда квоты на лов ерша осваиваются всего на 10-20%. Следовательно, давление промысла окончательно перестало быть фактором депрессии популяций ерша.

Общей тенденцией для всех рыбопромысловых водоемов Вологодской области является снижение в среднем вылова ерша в 1970-1980-1990-2000-е годы соответственно 219 (8,5%) – 13 (0,5%) – 19 (1%) – 9 тонн (0,5% от общей рыбодобычи). Это подтверждает приводимый ниже анализ динамики вылова ерша в озерах Белое, Кубенское, Воже. Следует подчеркнуть, что падение уловов отражает не только переориентацию промысла на вылов крупного частика, что влечет за собой перестройку системы пищевых отношений и изменение регуляторного пресса в сообществе, но и депрессию популяций ерша при ухудшении условий обитания и воспроизводства.

В самом крупном озере Белом, до включения его в состав Шекснинского водохранилища, ерш входил в число субдоминантов, хотя в отдельные периоды его численность могла резко снижаться. Систематический учёт вылова промысловых рыб по оз. Белому начался с 1931 г., и в этот период в среднем вылов ерша составлял более 100 т или 10% общего вылова. Пик добычи ерша приходится на 1940-е годы, достигая в среднем 162 т (18% от общего вылова), а в отдельные годы – до 327 т (28%). Это объясняется перевооружением промысловой базы, когда парусные суда сменили моторные и было внедрено близнецовое траление. В начале 1950-х годов максимальные уловы достигали 191 т, но средние величины вылова ерша за десятилетие снизились до 62 т (8% от общего) после запрета мелкоячейных тралов и прекращения специализированного промысла ерша. В начале следующего десятилетия (1961 г.) ёрш в промысловой статистике не отмечался.

Озеро Белое в 1964 году испытало техногенное преобразование и вошло в состав Шекснинского водохранилища как составная часть Волго-Балтийского водного пути. Это означало коренную перестройку рыбной части сообщества, связанную не только с изменением условий обитания и воспроизводства, но влиянием промысла. В период залития водохранилища рыбодобыча была запрещена, и в целом за это десятилетие общие уловы резко снизились. Показательно отсутствие ерша в промысловой статистике в 1965-1967 и в 1969 гг. Соответственно, 1960-е годы характеризуются минимумом вылова этого вида (0,1-3,5 т).

Восстановление популяции наблюдалось только в начале 1970-х годов, когда средний вылов ерша равнялся 85 т или 11% от общей добычи (при максимуме 170 т или 26%). Однако замор в 1972 г., когда из-за аномально жаркого лета погибла

практически вся молодь снетка, сопровождался и депрессией популяции ерша. Усугубление ситуации связано с тем, что при отсутствии снетка многочисленный в озере судак переходит на питание ершом. С 1976 года ёрш перестаёт отмечаться отдельным видом в официальной статистике, и учитывается в составе "мелочь III группы" вместе с другими мелкочастиковыми видами, где его доля составляла около 3% рыбодобычи. Ерш потерял прежнее рыбохозяйственное значение, и далее в 1980-е годы его улов сократился в среднем до 2% от общего вылова рыбы.

В 1990-е годы вылов ерша продолжал снижаться, составляя в среднем за десятилетие 1,2% от общего вылова. Следует подчеркнуть, что этот период стал критическим для популяции ерша Белого озера. После заморов 1995, 1996 г.г. его доля в уловах опускалась до 0,1%, а рассчитанные показатели промзапаса снизились до 31 т. Судак как доминирующий хищник Белого озера являлся основным регулятором численности короткоцикловых видов рыб, включая ерша. Так, в питании судака по исследованиям 1970-х годов преобладали снеток или ерш, в зависимости от противофазы колебаний численности этих короткоцикловых видов в озере. В 1980-х годах пищевой спектр судака насчитывал 10 видов при значительной доле снетка и ерша, а в 1990-е годы при депрессии популяции ерша в пище судака преобладал многочисленный в озере снеток (Болотова, 1999).

Данные рыбопромысловой статистики, несмотря на селективность промысла, в целом отражают общую тенденцию угнетения популяции ерша в оз. Белом, что подтверждали и данные исследовательских траловых ловов. Если прежде, резкие колебания численности популяции ерша были связаны с его особенностями динамики численности как короткоциклового вида и влиянием интенсивного промысла, то затем приоритетным негативным фактором стало загрязнение озера. Для бентофагов отмечено значительное накопление тяжёлых металлов, нефтепродуктов и других токсикантов в их тканях. Загрязнение грунтов неблагоприятно отразилось на ерше, как придонном виде, о чем косвенно свидетельствовал сравнительный анализ картины его распределения в Белом озере в 1970-м и 1990-е годы. Ёрш концентрировался в более чистой северной части водоёма, избегая районов интенсивного судоходства и акватории, прилежащей к крупным населённым пунктам. К неблагоприятным абиотическим условиям для ерша относится и ухудшение газового режима, особенно в придонном слое и в зимний период, чему способствует прогрессирующее органическое загрязнение Белого озера. Косвенное влияние загрязнения также связано со снижением уровня развития кормовой базы, особенно хирономид, являющихся основной пищей ерша, что сопровождалось увеличением доли зоопланктона в рационе рыб (Болотова, 1999).

В 2000-е годы продолжается ухудшение условий обитания ерша, часто повторятся заморные ситуации. Так, массовый замор, связанный с дефицитом кислорода при высокой температуре и цветении воды, произошел летом 2006 и 2010 гг. Неблагоприятные условия обитания ерша сложились и в 2011 году, когда был зафиксирован зимний замор при промерзании озера, а летом при высокой

температуре и цветении воды наблюдались локальные заморы. В 2013 и 2014 годах летние локальные заморы ерша повторились. В годы после заморных ситуаций фиксируется падение величин промзапаса ерша. Однако рассчитанные показатели промзапасов ерша в озере Белом в целом имеют тенденцию к увеличению с 2001 года. Возможно, это связано с изменением трофической структуры сообщества и с заметным уменьшением численности судака, то есть снижением его пресса на ерша как кормового объекта. В 2010-2015 г.г. наблюдается некоторый рост абсолютных уловов ерша от 6,4 до 10,7 тонн, но доля от общих уловов остается низкой – около 1,4%.

К регуляторам численности ерша могут относиться значительное число хищных видов: судак, берш, щука, налим, окунь, жерех. Кроме того, в связи с перестройкой структуры рыбной части сообщества в сторону бентофага – леща, для ерша усилилась напряженность конкуренции по линии питания. Таким образом, популяция ерша занимает важное место в системе трофических отношений, и её депрессия оказывает значительное влияние на перестройку структуры рыбного населения Белого озера. Изменение роли ерша в рыбной части сообщества может влиять на его структуру за счет сужения доминирующего комплекса. Так, ядро ихтиоценоза до создания водохранилища в 1950-е годы составляли 8 видов: судак, снеток, ерш, чехонь, лещ, уклея, а уже в 1990-х базисные виды по ихтиомассе ранжировались в следующем порядке: судак, лещ, снеток, синец. В настоящее время доминирующий видом Белого озера стал лещ, что свидетельствует о быстрых темпах сукцессии типичного «снетково-судачьего» озера в «лещевый» водоем (Болотова, 2011).

В озере Воже в 1930-1940-е годы ерш составлял более трети объема рыбодобычи – до 188 т в год. Затем после массовой гибели в 1955 году он перестает отмечаться промысловой статистикой. В 1970-е годы отмечалось некоторое увеличение уловов до 20 т / год, однако в последующие годы вылов упал до 1 тонн при отсутствии специализированного промысла.

В течение 1990-х годов уловы ерша снизились от 7 до 1% от общего вылова. На фоне низкой биомассы бентоса наблюдались напряженные конкурентные отношениями ерша с другими бентосоядными рыбами – многочисленными лещом и плотвой. Вследствие этого, доля зоопланктона в питании ерша за рассматриваемое десятилетие возросла в 3 раза, что сказалось на его замедлении темпа роста и снижении численности. (Болотова, 1999).

Усиление пресса на ерша как кормового объекта произошло в результате проведенной биоманипуляции за счет вселения в озеро Воже в 1987 г. судака (Болотова и др., 1996). Быстрое формирование популяции судака привело к выеданию немногочисленного снетка и переключению акклиматизированного хищника на питание ершом. Кроме того, регулятором численности ерша являлись другие хищные рыбы, хотя его значение в рационе щуки, налима, окуня и судака менялось в разные сезон. Это отражала вариабельность рассчитанных значений СП-коэффициентов от 24 до 57% и индексов перекрывания ниш от 22 до 65% (Болотова,

1999). Напряженность отношений по линии питания ершом хищных рыб уменьшалась за счет размерной избирательности. Так, морфологические особенности налима и способы охоты как придонного хищника позволяли потреблять ерша более крупных размеров до 15 см. Щуке были доступны ерши длиной 8-10 см. Наименьшие модальные размеры потребляемого ерша длиной 2-4 см характерны для окуня как самого мелкого ихтиофага. Ненамного больше модальный размер жертв – в пределах 3-6 см, был в рационе судака. Этому хищнику с узкой глоткой, догоняющему свою добычу и заглатывающему её с хвоста, мало доступны крупные особи ерша, с колючими увеличивающими высоту тела плавниками. Летом все хищные рыбы питались в основном многочисленной молодью ерша длиной 2-6 см, и размерная избирательность проявлялась слабо. Наиболее четкая зависимость размеров жертв от размера хищника наблюдалась весной, когда имелся широкий выбор кормовых объектов при нерестовых скоплениях.

Главной причиной депрессии ерша при слабом воздействии промысла на его популяцию и селективном изъятии крупного частика, что ослабляет напряженность биотических отношений, является прогрессирующее эвтрофирование озера Воже (Болотова и др., 1996; Болотова, 2009). Лимитирующими факторами для популяции ерша в озере Воже, как оксифильного и придонного вида, служит ухудшение кислородного режима и заиление. Большие площади дна озера покрыты жидкими илами, что сокращает площадь нерестилищ для ерша, ухудшает условия его откорма. Соответственно, в 2000-е годы ерш продолжает терять промысловое значение (до 0,4 т). В 2011-2015 годы данный вид уже не отмечается промысловой статистикой, хотя фиксируется в любительских уловах (около 0,2 т).

В Кубенском озере ерш также был ранее одним из основных промысловых видов. В 1938-1939 гг. вылавливалось в среднем 235 - 175 тонн ерша (26% от общей добычи), в 1940-х годах этот показатель уменьшился до 73 т (20%). Последующее резкое падение вылова, наряду с исчезновением ерша из состава уловов, началось в оз. Кубенском на десятилетие раньше, чем в оз. Белом. С 1950 по 1956 год ёрш пропадает из состава уловов, и снова начинает учитываться с 1957 года в объёме 6-16 тонн, что в среднем составляло 3% от общего вылова. Депрессия популяции продолжает сказываться до середины 1960-х годов, когда ерш исчезает из состава уловов в 1960, 1962-1964 гг. Затем его численность начала увеличиваться, и вылов за 1965-1969 гг. составил 18 т (в среднем около 8% от общих уловов).

На 1970-е годы приходится подъём численности ерша, и его средний за десятилетие абсолютный вылов достигал 122 т (до 39% от общей рыбодобычи), а в 1973 году этот вид составил почти половину всей выловленной рыбы. Рассчитанная величина ихтиомассы ерша в данный период равнялась 1078 т или 16% общей биомассы рыб озера и 14% общей численности. Коэффициент смертности популяции достигал 67%, из них 40% приходилось на естественную. Это объяснялось воздействием хищников, так как исследование питания показало

интенсивное потребление ерша щукой, судаком, налимом, окунем, нельмой (Лебедев, 1977).

С 1980-х высокие уловы – до 208 т в год, сменились их последующим падением**.** Начинается депрессия популяции ерша, уловы уменьшились в три раза, составляя в среднем до 46 т (12% от общего вылова). Они продолжали снижаться и в следующее десятилетие, несмотря на существование специализированного лова ерша, который приходился на период запрета промысла других видов в мае-июне. В среднем за 1990-е годы вылов ерша составлял около 20 т или 7,3%, а к концу десятилетия сократился до 10 т или 3,7% от общих уловов.

В 2000-2010-е годы вылов составлял всего 0,6-3,5 тонн, то есть ерш потерял прежнее промысловое значение. Следует подчеркнуть, в 2011-2015 гг. данный вид уже не отмечается промысловой статистикой, а регистрируется только в любительских уловах. Депрессии популяций ерша немало способствовали участившиеся обширные или локальные заморы (2000, 2003, 2004, 2010, 2012 гг.) при повышенной температуре воды, цветении и дефиците кислорода. Усиление летнего прогревания связано с обмелением Кубенского озера, а переход от периодического к постоянному цветению воды является закономерным на фоне прогрессирующего эвтрофирования водоема (Болотова, 2009). Другим негативным фактором для обитания и воспроизводства ерша служит заиление озера и притоков, что сокращает площадь нерестилищ. Кроме того, усиливается токсификация Кубенского озера в связи с накоплением тяжелых металлов, и особенно опасным является ртутное загрязнение. Накопление ртути в рыбах, преимущественно в бентосоядных и хищных, было отмечено еще в 1990-е годы (Степанова, Комов, 2004) и подтверждено нашими исследованиями в последние годы (Болотова и др., 2015). Ряд природных особенностей бассейна Кубенского озера усугубляют негативные процессы ртутного загрязнения. Это развитая гидрологическая сеть, способствующая миграции элементов, и повышенная циркуляция воздушных масс, что активизирует перенос загрязнителей от их источников, в том числе от промышленно развитых регионов.

Заключение

Таким образом, обобщение имеющихся данных, включая ретроспективные материалы с XVIII века, промысловую статистику с 1931 года и результаты сравнительных исследований состояния популяций ерша в водоемах Вологодской области, позволили выявить явную депрессию этого вида. Общая тенденция угнетения популяций ерша прослеживается для всех типов водных экосистем на рассматриваемой территории. Несмотря на короткий цикл жизни и соответственно высокий темп воспроизводства, этот аборигенный и ранее многочисленный вид выпадает из комплекса доминирующих видов, его популяции становятся малочисленными, либо исчезают. Потеря ершом прежнего промыслового значения произошла во всех водоемах Вологодской области, но этот процесс имеет свою специфику, и является результатом комплекса причин.

Влияние промысла на численность ерша в крупных озерах (Белое, Кубенское, Воже) имело приоритетное значение до середины XX века при ориентации рыбодобычи на короткоцикловые виды и использовании мелкоячейных тралов. Однако накопленный опыт рыболовства позволял интенсивно использовать рыбные ресурсы, и его государственная организация давала возможность предотвращения перелова или ликвидации его последствий. Поэтому изменения структуры рыбной части сообщества носили временный характер и представляли собой флуктационный процесс в пределах гомеостаза экосистем.

Затем основной причиной депрессии популяций ерша стала антропогенная трансформация водных экосистем, связанная с загрязнением и эвтрофированием. Для территории Вологодской области характерны мелководные водоемы, которые наиболее уязвимы к антропогенному воздействию, что усугубляется наблюдаемым их обмелением в настоящее время. Это способствует как зарастанию, так и прогреванию водной толщи, создающему заморные ситуации, которые также участились в связи с нестабильностью климата и трендом на потепление. Ерш как оксифильный вид, приуроченный к придонному биотопу, нерестящийся на песочно-галечных субстратах, испытывает угнетение при дефиците кислорода, заилении и загрязнении грунтов.

В этом плане ёрш служит адекватным видом-индикатором для мониторинга и установления уровня антропогенного воздействия (Болотова, Зуянова, 1996). В рамках современного системного подхода к динамике рыбного населения неприемлемо традиционное в рыболовстве отношение к ершу как «сорному» виду. Тем более, что депрессия популяций ерша и выпадение из состава доминирующего комплекса, учитывая его исходно важную роль в системе трофических отношении, снижает устойчивость рыбной части сообщества. Следовательно, ерша можно считать «ключевым» видом в сообществе водоемов Вологодской области как аборигенного и ранее многочисленного, устойчивого к воздействию промысла за счет короткого цикла жизни (Болотова, 2001). Состояние популяций ерша может служить «прогностическим» показателем диагностики водных экосистем, отражающим последствия долговременного антропогенного воздействия.

Литература

Болотова Н.Л. Изменения экосистем мелководных северных озер в антропогенных условиях (на примере водоемов Вологодской области): автореф. дис. ... докт. биол. наук: – Санкт-Петербург, 1999. – 55 с.

Болотова Н.Л. Принципы выделения ключевых видов в рыбном сообществе на примере озерных экосистем Вологодской области // Тез. докл. Межд. конф. «Биоразнообразие Европейского Севера». Петрозаводск, 2001.– С. 28.

Болотова Н.Л. Влияние антропогенных факторов на рыбное население крупных озер Вологодской области. Сб.: Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера. Сыктывкар, 2005. – С. 6-24.

Болотова Н.Л. Эвтрофирование крупных озер Вологодской области в условиях антропогенной трансформации их водосборов. Теоретические и прикладные аспекты современной лимнологии: материалы V Международной научн. конф. /Белорус. гос. ун-т; Минск. 2009. –. С. 123-126.

Болотова Н.Л., Зуянова О.В. Состояние популяции ерша как показатель антропогенного воздействия на водоемы Вологодской области // Материалы YII Съезда ГБО РАН. Казань. 1996. – С.175-176.

Болотова Н.Л. Об озере Белом замолвите слово. Мариинка – Волго-Балт. История создания и развития Мариинской водной системы. Альманах. Вологда, ВГПУ, 2011. –С. 316-334.

Болотова Н.Л., Зуянова О.В., Зуянов Е.А., Шитова С.В. Акклиматизация судака и включение его в систему пищевых отношений оз. Воже // Вопросы ихтиологии./ Т.35.– Вып. 3, 1995.– С. 374-387.

Болотова Н.Л., Зуянова О.В., Терещенко В.Г. Изменение рыбной части сообщества при эвтрофировании крупного северного озера // Вопросы ихтиологии. / Т.36. – Вып. 4, 1996.– С. 470-480.

Болотова Н.Л., Тропин Н.Ю., Шурганова Г.В. Биоиндикация ртутного загрязнения водных объектов Вологодской и Нижегородской областей (на примере рыб как тест-объектов) // Экология и промышленность в России. / Т. 19. – № 5, 2015. – С.13–19.

Данилевский Н.Я. Исследование о состоянии рыболовства в России // Описание рыболовства в Северо-Западных озерах./ Т. 9. СПб., 1875.– 151с.

Жаков Л.А. Формирование и структура рыбного населения озер Северо-Запада СССР. М., 1984. – 144 с.

Лебедев В.Г. Ихтиоценоз оз. Кубенского. Его состояние и возможные изменения при зарегулировании стока // Озеро Кубенское, Л., Ч.3, 1977.– С. 127-145.

Озерные ресурсы Вологодской области. Вологда, Изд-во ВГПИ, 1981.–149 с.

Степанова И.К., Комов В.Т. Роль трофической структуры экосистемы водоемов Северо-Запада России в накоплении ртути в рыбе // Гидробиологический журнал./ Т. 40. –№ 2, 2004. – С.87–96.

ABSTRACT. The paper concerns the problem of the ruff's population depression in the different waterbodies of the Vologda region. The factors of reducing the quantity of ruff are revealed on the basis of the generalization of retrospective materials, fishery statistics and our researches. The impact of fishery on the populations of ruff on the large lakes for the 85-year period is discussed. Since the 1960s the deterioration of habitat conditions and reproduction due to accelerating eutrophication of shallow waterbodies has become a priority factor for the ruff. Is emphasized significance of aboriginal populations of the ruff as species - indicator and its key role in the reorganization of communities under anthropogenic press.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ФАУНЫ ДЕСЯТИНОГИХ РАКООБРАЗНЫХ (DECAPODA) ПРЕСНОВОДНЫХ ВОДОЕМОВ РОССИИ

Р.Р. Борисов

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва. borisovrr@mail.ru

Отряд десятиногих ракообразных (Decapoda) объединяет 14756 видов (De Grave et al., 2009). Представители отряда освоили все виды водной среды от морской пелагиали до пресных и пещерных водоемов, а некоторые виды даже вторглись на сушу. Декаподы являются одними из самых крупных представителей пресноводных беспозвоночных. Виды, обитающие в пресноводных водоемах, относятся, преимущественно, к инфраотрядам: раки Astacidea (подавляющее большинство которых, более 650 видов, принадлежит к двум надсемействам речных раков: Astacoidea и Parastacoidea, обитающим преимущественно в пресноводных водоемах); крабы Brachyura (из 6559 видов в пресных водоемах зарегистрированы 1476 видов, из которых 1306 являются исключительно пресноводными); настоящие креветки Caridea (из 3268 видов более 655 видов пресноводных) (De Grave et al., 2008, 2009).

Надсемейство речных раков Astacoidea состоит из двух семейств Astacidae и Cambaridae, представители которых населяют водоемы Северного полушария, а надсемейство речных раков Parastacoidea включает одно приуроченное к Южному полушарию семейство Parastacidae. Среди обитающих в пресноводных водоемах креветок наиболее специализированным является семейство Atyidae, большая часть видов которого обитает в пресных водоемах. В семейство креветок Palaemonidae (подсем. Palaemoninae), помимо пресноводных, входят также виды, предпочитающие солоноватоводные и морские водоемы. Восемь семейств крабов инфраотряда Brachyura считаются исключительно пресноводными. В пресных водоемах встречаются и крабы из преимущественно морских семейств (Yeo et al., 2008), являющиеся эвригалинными или физиологически пресноводными видами (Хлебович, Комендантов, 1985).

Обитающих в пресноводных водоемах десятиногих ракообразных можно разделить на две группы: полностью пресноводные и частично пресноводные. Первые на всех стадиях жизненного цикла обитают в пресноводных водоемах. Для этих видов в подавляющем большинстве характерно наличие прямого развития, при котором из богатых желтком яиц вылупляются ювенильные особи. К этой группе относятся таксоны, давно перешедшие к обитанию в пресных водоемах:

речные раки, пресноводные крабы, креветки семейства Atyidae. Вторая группа – это эвригалинные виды из преимущественно морских семейств и виды, лишь часть жизненного цикла проводящие в пресных водоемах. Эти виды могут быть очень хорошо приспособлены к обитанию в пресных водоемах, однако большинство из них не имеют прямого развития и проходят хотя бы в сокращенном виде (одна-две стадии) личиночное развитие, которое чаще всего протекает в море, эстуариях или солоноватоводных водоемах.

Фауна России насчитывает около 30 видов десятиногих ракообразных, обитающих в пресноводных водоемах (табл. 1). На фоне мировой фауны она выглядит очень бедной и представляется скудной окраиной мировых центров разнообразия. При этом на территории России встречаются представители разнообразных и интересных таксонов пресноводных ракообразных, среди которых, например, обитающий в горных реках с быстрым течением Крыма и Кавказа краб *Potamon ibericum tauricum* (Шаповалов и др., 2010; Красная книга …, 2015) и пещерная тронглобионтная креветка *Troglocaris jusbaschjani* (Marin, Sokolova, 2014). Несмотря на небольшое видовое богатство фауна пресноводных декапод России имеет достаточно непростую и интересную историю и продолжает развиваться и трансформироваться на наших глазах.

Таблица 1- **Список видов десятиногих ракообразных пресных водоемов водоемов России**

Таксоны	**Распространение**	**Прим.**
Инфраотряд Astacidea, **Надсем.** Astacoidea, **Сем.** Astacidae. **Подсем.** Astacinae		
Astacus astacus (L., 1758)	Бассейн рек Балтийского моря. В правых притоках Припяти и верховьях Днестра и Южного Буга.	П И[1]
Pontastacus leptodactylus (Eschscholtz,1823)	*P. l. leptodactylus* (Eschscholtz,1823) По всей Восточной Европе, кроме севера, интродуцирован в большинстве стран Европы. *P. l. boreoorientalis* (Birstein & Winogradow, 1934) По северу Восточной Европы и по Западной Сибири.	П И[1]
P. angulosus (Rathke, 1837)	В водосборных областях рек, впадающих в северо-западные и северные части Черного и Азовского морей, возможен в Московской обл.	П
P. salinus (Nordmann, 1842)	Реки, впадающие в северо-западную часть Черного моря, юг Белоруссии	
P. cubanicus (Birstein & Winogradow, 1934)	Бассейны Кубани и Дона, река Ингулец. Интродуцирован в водоемы Красноярского края.	П И[1]
P. eichwaldi (Bott, 1950)	*P. e. eichwaldi* (Bott, 1950) Дельта Волги, Каспийское море. *P. e. bessarabicus* Brodsky, 1981 Днестровский и Кучурганский лиманы.	П Э
Caspiastacus pachipus (Rathke, 1837)	Эстуарии рек Черного, Азовского и Каспийского морей.	П Э

Подсем. Pacifastacinae		
Pacifastacus leniusculus (Dana, 1852)	Нативный ареал вида - запад США и Канады. Интродуцирован во многих странах Европы, в России – водоемы Псковской и Калининградской обл.	П И[2]
Сем. Cambaridae		
Cambaroides similis (Koelbel, 1892)	Китай, Корейский полуостров, возможен на юге Приморского края.	П
C. wladiwostokiensis Birstein & Winogradow, 1934	Юг Приморского края	П
C. dauricus (Pallas, 1773)	Китай, Корейский полуостров. В России бассейн Амура выше Буреинского хребта и север Приморского края. Обнаружен в р. Хилок у озера Байкал.	П И
C. koshewnikowi Birstein & Winogradow, 1934	Нижняя часть Амура; в реках.	П
C. japonicus (de Haan, 1842)	Япония. Возможен на юге Сахалина.	П
C. sachalinensis Birstein & Winogradow, 1934	Нижний Амур и реки Сахалина, впадающие в Амурский лиман.	П И[2]
C. schrencki Kessler, 1874	Китай. В России - Амур от Буреинского хребта до Богородского, Уссури. Вселен в южную и восточную часть Приморья.	П И[2]
Orconectes limosus (Rafinesque, 1817)	Нативный ареал вида находится в Канаде и США. Интродуцирован во многих странах Европы, в России (Калининградская обл.).	П И[2]
Инфраотряд Caridea **Надсем.** Atyoidea **Сем.** Atyidae		
Neocaridina denticulata De Haan, 1841	От Сингари до низовьев Янцзыцзян и острова Тайвань. В Амуре ниже устья Сунгари (подвид *N. d. sinensis* Kemp, 1918).	П
Troglocaris jusbaschjani Birštein, 1948	Краснодарский край. Обитает в пещерах (тронглобионтный вид).	П
Paratya borealis Wolk, 1938	Известен только из речки, впадающей в бухту Витязь залива Посьета (Приморский край).	П
Надсем. Palaemonoidea **Сем.** Palaemonidae **Подсем.** Palaemoninae		
Macrobrachium asperulum (Von Martens, 1868)	Китай. В России – в озере Ханка.	П
M. nipponense (De Haan, 1849)	Нативный ареал вида находится в Китае, Корее, Японии, Вьетнаме, Мьянме, Тайване. Интродуцирован в Куйбышевское водохранилище, в водоемах-охладителях Курской, Смоленской и Калининской АЭС и др.	П И[2]
M. superbum (Heller, 1862)	Нативный ареал вида находится в Южной Азии. Интродуцирован в Приморском крае.	П И[1]
Palaemon macrodactylus Rathbun, 1902	В России – эстуарии и пресные бухты Японского моря. На данный момент широко распространен практически по всему миру. Интродуцирован в Европе. Отмечен в Черном море.	Э И[2]
P. paucidens De Haan, 1844	От севера Сахалина и Итурупа до Японских островов. Низовья рек и эстуарии.	Э

Palaemonetes sinensis (Sollander, 1911)	В озерах от нижнего Амура до низовьев Янцзыцзян и на южных Курилах.	П И[1]
Exopalaemon modestus (Heller, 1862)	Корея, Китай, Тайвань, Россия от бассейна Амура до нижней Янцзыцзян на юге и оз. Ханка.	П
Инфраотряд Brachyura **Надсем.** Potamoidae **Сем.** Potamidae **Подсем.** Potamidae		
Potamon ibericum tauricum (Czerniavsky, 1884)	Западное, южное и восточное Причерноморье; южный берег Крыма.	П И[1]
Надсем. Xanthoidea **Сем.** Panopeidae **Подсем.** Panopeinae		
Rhithropanopeus harrisii (Gould, 1841)	Нативный ареал в Мексиканском заливе и на тихоокеанском побережье США. Обитает в солоноватоводных водоемах, но может встречаться и в смежных пресных. Распространился в Европе. В России отмечен в Черном, Балтийском, Каспийском морях.	Э И[2]
Надсем. Grapsoidea **Сем.** Varunidae **Подсем.** Varuninae		
Eriocheir sinensis H.Milne-Edwards, 1853	Нативный ареал находится на востоке Китая. Вселился в Европу, где его популяция быстро развивается. В России отмечен в Калининградской области, в Финском заливе, Ладожском, Онежском озерах, р. Волге, Белом море. Согласно ревизии рода *Eriocheir,* выполненной Sakai K. (Sakai, 2013) этот вид следует относить к новому роду *Paraeriocheir*.	Э К И[2]
E. japonica (De Haan, 1835)	Япония, Тайвань, запад и юго-восток Китая. В России – эстуарии и низовья рек Восточно-Китайского, Желтого и Японского морей (Приморский и Хабаровский край, Сахалинская обл.).	Э К И[1]
Подсем. Cyclograpsinae		
Helice tridens (De Haan, 1835)	Юг Приморья, Корейский полуостров, Япония. Обитает в прибрежной приливной зоне, частично заходит в пресные воды.	Э

П – пресноводный; Э – эвригалинный; К – катадромный вид; И[1] – виды, интродукция которых осуществлялась в регионы, расположенные в непосредственной близости от нативного ареала; И[2] - инвазивные виды, исходный ареал которых расположен или за пределами Северной Евразии, или их переселение произошло между побережьями Тихого и Атлантического океанов.

При составлении таблицы использованы литературные данные о распространении десятиногих ракообразных (Старобогатов, 1995; Starobogatov, 1995; Барабанщиков, 2003; Слизкин, 2010; Шаповалов и др., 2010; Marin, Sokolova, 2014; Красная книга …, 2015) и инвазиях (Holdich, 2002; Барабанщиков, 2003; Свирский, Барабанщиков, 2009; Яковлева, Яковлев, 2010; Shakirova et al. 2007; Son et al., 2013; и др.).

Главенствующая роль в фауне десятиногих ракообразных в пресных водоемах России принадлежит речным ракам. Они заселяют значительно большие территории, чем пресноводные крабы и креветки. Несмотря на длительную историю исследований, систематика европейских речных раков на сегодняшний день

не является устоявшейся и находится в состоянии постоянного изменения на протяжении многих десятилетий. Только во второй половине двадцатого века было предпринято пять попыток таксономических ревизий европейских видов речных раков. При этом выделялось от пяти видов и одного рода (Albrecht, 1982) до 19 видов, отнесенных к 5 родам (Starobogatov, 1995). Последняя точка зрения не встретила всеобщего одобрения, в основном, потому что много видов, подвидов и варитетов были созданы, повышены или восстановлены с небольшим количеством доказательств этого (D'Udekem D'Acoz, 1999). В результате в современных публикациях могут использоваться разные названия для одних и тех же видов раков.

Наиболее проблематичным является вид или группа видов длиннопалых раков (*Astacus leptodactylus* или *Pontastacus leptodactylus*). Это очень пластичный вид с морфологической, экологической и физиологической точек зрения (Holdich, 2002; S ́mietana et al., 2006). Бродский С.Я. (Бродский, 1981; Brodsky, 1983) представил множество доказательств для выделения Понто-Каспийских раков из рода *Astacus* в род *Pontastacus* в соответствии с Боттом (Bott, 1950). Однако этот вопрос до сих пор окончательно не рассмотрен астаколагами Западной Европы, которые, чаще всего, верно или ошибочно продолжают использовать *Astacus leptodactylus* (Holdich, 2002). В зависимости от взглядов, на европейской территории России может выделяться от 3 (Souty-Grosset et al., 2006) до 7 (Starobogatov, 1995) нативных видов раков, принадлежащих к одному (*Astacus*) или трем (*Astacus, Caspiastacus, Pontastacus*) родам. По-видимому, для принятия окончательного решения о систематическом ранге и видовой структуре группы Понто-Каспийских раков необходимо проведение гораздо большего объема работ, включающих молекулярно-генетические исследования (S ́mietana et al., 2006). В частности, проведенное на Украине изучение популяций длиннопалого рака *P. leptodactylus* и, как считалось ранее (Бирштейн, Виноградов, 1934; Bott, 1950; Бродский, 1981), его морфы узкопалого рака *P. angulosus* показали, что это симпатрические виды, отличающиеся числом хромосом (Kostyuk et al., 2013).

Первоначальное распространение раков в Европе было связано с историей третичного внутреннего моря – Паратетиса, которое стало разбиваться на бассейны солоноватой и пресной воды в неогене (Бирштейн, Виноградов, 1934; Bott, 1950; Karaman, 1962; Albrecht, 1983). Оледенение, произошедшее в Плейстоцене, уничтожило значительную часть облигатно пресноводной фауны на обширной территории и оттеснило немногих выживших на юг (Albrecht, 1983). Это стало причиной низкого видового богатства десятиногих ракообразных и их отсутствия на значительной территории Северной Евразии. При этом следует учитывать, что многие территории после окончания ледникового периода были вторично освоены десятиногими ракообразными, в том числе при помощи человека. Говоря о речных раках, нельзя не упомянуть о видах, обитающих в Каспийском море, в фауне которого представлены три автохтонных вида речных раков: *Caspiastacus pachypus*, *P. eichwaldi* и в практически пресных участках *P. leptodactylus* (Румянцев, 1974).

Многие виды десятиногих ракообразных издавна интересуют человека в качестве промысловых объектов, а в последнее время некоторые виды являются объектами аквакультуры и аквариумистики. Это делает взаимоотношения десятиногих ракообразных и человека уникальными по сравнению с другими группами пресноводных беспозвоночных, а деятельность человека становится основной причиной происходящих инвазий десятиногих ракообразных. В результате большая часть видов пресноводных десятиногих ракообразных, обитающих на территории России, для тех или иных территорий региона являются интродуцентами (табл. 1). Кроме того, человек опосредованно влияет на популяции, изменяя среду обитания, строя каналы, загрязняя водоемы промышленными стоками и применяемыми в сельском хозяйстве удобрениями и ядохимикатами, вселяя в водоемы хищных рыб, в частности самого опасного для речных раков хищника – речного угря. Человек также может оказывать и прямое воздействие, осуществляя вылов, проводя преднамеренные и непреднамеренные интродукции и реинтродукции нативных видов, вселяя виды из других регионов, внося новые заболевания. На последнем пункте следует остановиться отдельно. Самым опасным заболеванием речных раков является афаномикоз – «рачья чума», вызываемое грибом *Aphanomyces astacus*. Причиной его появления в Европе стали действия человека. Возбудитель этого заболевания был завезен из Северной Америки. Вследствие распространения афаномикоза в Европе, в том числе на Европейской части России, неоднократно уничтожались популяции нативных видов раков на значительных территориях (Арнольд, 1900; Holdich, 2002). Для компенсации потерь от эпидемии афаномикоза в Европу был завезен сигнальный рак *Pacifastacus leniusculus*, однако позже оказалось, что этот вид, так же как и другие виды североамериканских раков, устойчив к этому заболеванию и является его переносчиком. Это еще более усугубило ситуацию с нативными видами. Афаномикоз до сих пор остается самой большой опасностью для исконных видов Европейских раков и способствует распространению североамериканских раков, несмотря на все усилия, направленные на восстановление популяций нативных видов (Holdich, 2002).

Вселенцев можно разделить на две группы. Первая – виды, интродукция которых осуществлялась в регионы, расположенные в непосредственной близости от нативного ареала. Вторая – виды, исходный ареал которых расположен за пределами Евразии, или их переселение произошло между побережьями Тихого и Атлантического океанов. Прохождение процессов акклиматизации и последующее влияние на биоценозы водоемов у интродуцентов из первой и второй группы нередко отличаются. Так появление вселенцев из второй группы чаще приводит к катастрофическим последствиям.

В понимании механизмов процессов, происходящих при интродукции десятиногих ракообразных, важную роль играют особенности их онтогенеза. В пресноводных водоемах России преобладают виды беспозвоночных, имеющие в своем жизненном цикле летающую стадию (насекомые), и виды, перенос которых

ветром или животными между водоемами возможен на покоящихся стадиях. Отсутствие таких возможностей делает сухопутные географические преграды для пресноводных десятиногих ракообразных труднопреодолимыми. В результате до появления на исторической сцене человека переход между водоразделами и даже простое заселение небольших водоемов, отделённых от основной речной сети, для них было крайне затруднительно или невозможно. Развитие человеческой цивилизации изменило положение, сделав возможным перемещение через сухопутные преграды. Другим фактором, стимулировавшим проведение интродукций, стал афаномикоз. В результате этого заболевания на огромных территориях были уничтожены популяции раков. При этом заселение многих из них естественным путем оказалось невозможным, и человек вновь выступил как фактор, формирующий фауну, проводя интродукции на освободившихся территориях по своему собственному усмотрению. Это привело, в частности, к значительному сокращению территории, занятой широкопалым раком, расширению ареала длиннопалых раков (Лихарева, 1989; Яковлева, Яковлев, 2010) и интродукции американских видов раков в Европе (Holdich, 2002).

Несмотря на то, что эмбрионизация личиночного развития в пресных водах является очень распространенной и, видимо, эволюционно выгодной стратегией, виды, имеющие пелагическую личинку, в случае удачной инвазии получают большое преимущество, так как наличие пелагической личинки позволяет при благоприятных условиях резко увеличить численность и быстро распространиться на обширные территории (Милейковский, 1976). В случае пресноводных ракообразных, личинки которых развиваются в морской воде, наличие пелагической личинки позволяет им активно вселяться в соседние речные системы. Примером может служить китайский мохнорукий краб *Eriocheir sinensis* – катадромный вид, взрослые особи которого проникают в реки на сотни километров выше устья, а на нерест возвращаются в море, где проходит личиночное развитие. Более того, быстрота расселения этого вида во многом обусловлена возможностью на личиночной стадии использовать для расселения морские водоемы. Завезенный в Европу в 1920 году китайский мохнорукий краб на данный момент зарегистрирован в большинстве приморских стран (Макаров, 2004) и даже проник в водоемы стран, не имеющих выхода к морю. В России этот вид обитает в Калининградской области и Финском заливе (Старобогатов, 1995), отмечен в Ладожском озере (Panov, 2006) и Волге (Shakirova et al., 2007), а также в реках бассейна Черного и Белого морей. Кроме того, планктонная личинка имеет еще одно адаптивное свойство к антропогенным инвазиям - она может переноситься в новые регионы с балластными водами. Такой перенос является случайным, и его сложно контролировать, тогда как инродукция большей части пресноводных организмов с эмбрионизированным личиночным развитием осуществляется чаще всего в той или иной степени намерено.

Несмотря на наличие на территории России достаточно большого числа видов -вселенцев из других регионов (табл. 1), непосредственная доля их в фауне

и занимаемые территории на данный момент не столь уж велики. От существенного наплыва пришельцев из регионов с более богатой и разнообразной фауной спасает та же причина, по которой фауна декапод России достаточно бедная. Температурный режим большей части водоемов России не подходит для видов из южных регионов.

Между западной и восточной частью России исторически существовало пространство, на котором пресноводные водоемы не были заселены десятиногими ракообразными. На сегодняшний день, благодаря деятельности человека, оно постоянно сокращается за счет проводимых интродукций в первую очередь европейских видов раков из группы длиннопалых. Так, в водоемы Восточного Урала раки были вселены 1821 году, а в Западной Сибири раков не существовало до 1870 года (Малахов, 1879; Толмачев и др., 1907). Вселение раков в водоемы Алтайского края в 20 веке привело к созданию промысловых популяций (Лукерин, 2014), а в водоемы Красноярского края был акклиматизирован рак *P. cubanicus*. В каком-то смысле знаменательным этапом можно считать сообщения о присутствии в водоемах в окрестностях озера Байкал длиннопалого рака *P. leptodactylus* (Камалтынов, 2009) и дальневосточного вида *Cambaroides dauricus* (Матафонов, 2011). По-видимому, присутствие обоих видов является следствием интродукции, обеспечившей расширение территорий, занимаемых видами на восток и запад. Таким образом, на сегодняшний день на территории России инвазии (включая целенаправленные интродукции и реинтродукции) являются самыми значительными факторами, влияющими на фауну десятиногих ракообразных.

Результатом интродукции и последующей акклиматизации видов являются: расширение ареала нативных видов; заселение регионов, ранее лишенных десятиногих ракообразных, что в ряде случаев приводит к возникновению высокопродуктивных популяций; увеличение общего видового богатства за счет чужеродных видов; замещение нативных видов видами-вселенцами; появление хаотичных интродукций, анклавов, не связанных с другими частями популяции; возникновение возможности обмена генетической информацией между ранее изолированными популяциями.

Заключение

Современная структура фауны десятиногих ракообразных России сформировалась под действием двух основных факторов: последнего ледникового периода и деятельности человека. На сегодняшний день она активно трансформируется в результате различных аспектов деятельности человека и инвазивных процессов, скорость которых во много раз увеличивается за счет антропогенного фактора. Можно предположить, что ее дальнейшие изменения будут связаны, с одной стороны, с сокращением и исчезновением популяций некоторых нативных видов, а с другой – распространением нативных для России видов на территориях, ранее недоступных для них из-за географических препятствий, а также инвазиями чужеродных видов и увеличением их ареалов.

Литература

Арнольд И.Н. 1900. Заметка о рачьей чуме и современном состоянии рачьего промысла на Волге / Вестн. рыбопром., 15.

Барабанщиков Е.И. Современное распространение речных раков рода *Cambaroides* (Decapoda, Astacoidei, Cambaridae) в Приморском крае и вероятные причины колебаний их численности // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Вып. 2. С. 172–177.

Бирштейн Я.А., Виноградов Л.Г. 1934. Пресноводные Decapoda СССР и их географическое распространение // Зоол. журн. Т.13. Вып.1. С.39–70.

Бродский С.Я. 1981. Річкові раки / Фауна України. Т. 26 вып. 3. Київ: Наукова думка. 210 с.

Камалтынов Р.М. 2009. Высшие ракообразные (Amphipoda: Gammaroidea) Ангары и Енисея // Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Т. II, Кн. 1 / Ред. Тимошкин О.А. Новосибирск: Наука, С. 297–329.

Красная книга Республики Крым. Животные 2015. / Отв. ред. С.П. Иванов и А.В. Фатерыга. Симферополь: ООО «ИТ «АРИАЛ». 440 с.

Лихарева Е.И. 1989. Возможности восстановления запасов речных раков в водоемах Ленинградской области // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. Вып. 300. С. 11-38.

Лукерин А.Ю. 2014. Характеристика популяции речного рака в озере мостовое алтайского края и среды ее обитания // Фундаментальные исследования. №12. С. 2361-2365.

Макаров Ю.Н. 2004. Десятиногие ракообразные / Фауна Украины. Т. 26. Высшие ракообразные. Вып.1–2. Киев: Наукова думка. 429 с.

Малахов М.А. 1879. Речные раки в Среднем и Южном Урале. Записки Уральского общества любителей естествознания. Т.5. Вып.2. Екатеринбург.

Матафонов Д.В. 2011. Чужеродные виды гидробионтов в бассейне Байкала: риски дальнейшей экспансии и воздействия на экосистемы // Материалы II межд. науч. Конференции. Разнообразие почв и биоты Северной и Центральной Азии. Т. 2. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН. С. 203-204.

Милейковский С.А. 1976. Типы личиночного развития морских донных беспозвоночных, их распространенность и экологическая обусловленность: критическая переоценка существующих схем // Тр. ИО АН СССР. Т.105. С. 214–248.

Румянцев В.Д. 1974. Речные раки Волго-Каспия. - М.: Пищевая промышленность, 86с.

Свирский В.Г., Барабанщиков Е.И. 2009. Биологические инвазии как элемент антропогенного давления на сообщество гидробионтов озера Ханка // Российский Журнал Биологических Инвазий. № 2. С. 29–36.

Слизкин А.Г. 2010. Атлас определитель крабов и креветок дальневосточных морей России. – Владивосток: ТИНРО-Центр. 256 с.

Старобогатов Я.И. 1995. Отряд Decapoda В кн. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 2. Ракообразные / под общ. ред. С.Я. Цалолихина. СПб.: Наука. С. 174–183.

Толмачев, Г. М. Красных, А. Н. Седельников и др. 1907. Западная сибирь. Тобольская и Томская губ. // Россия. Полное географическое описание нашего отечества: Настольная и дорожная книга для русских людей. Т. 16. 591 с.

Шаповалов М.И., Моторин А.А., Тхабисимова А.У. 2010. Пресноводный краб *Potamon tauricum* (Czerniavsky, 1884) на Северо-Западном Кавказе // Журнал Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. № 1. С. 112-117.

Яковлева А.В., Яковлев В.А 2010. Современная фауна и количественные показатели инвазионных беспозвоночных в зообентосе верхних плесов Куйбышевского водохранилища // Российский журнал биологических инвазий. №2 С. 97–110.

Albrecht H. 1982. Das system der europaischen flusskrebse (Decapoda, Astacidae): vorschlag und begrundung // Mitt. Hamburg. Zool. Museum Inst. V.79. P. 187–210.

Bott R. 1950. Die flussekrebse europas (Decapoda, Astacidae) // Proc. Senckenberg Nat. Soc. V.483. P. 1–36.

Brodsky S.Ya. 1983. On the systematics of Palaearctic crayfishes (Crustacea, Astacidae) // Freshwater Crayfish. V.5. P. 464–470.

Crandall K.A., Harris D.J., Fetzner J.W.Jr. 2000. The monophyletic origin of freshwater crayfish estimated from nuclear and mitochondrial DNA sequences // Proc. R. Soc. Lond. V.267 (1453). P. 1679–1686.

D'Udekem, D'Acoz C. 1999. Inventaire et distribution des crustacés décapodes de l'Atlantique nord-oriental, de la Méditerranée et des eaux continentales adjacentes au nord de 25°N // Collection Patrimoines Naturels. V.40. 383 p.

De Grave S., Cai Y., Anker A. 2008. Global diversity of shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) in freshwater // Hydrobiologia. V.595. P. 287–293.

De Grave S., Pentcheff N.D., Ahyong S.T. et al. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans // Raffles bulletin of zoology. Supplement № 21, P. 1–109.

Holdich D.M. Distribution of crayfish in Europe and some adjoining countries // Bull. Fr. PÍche Piscic. 2002. V.367. P. 611–650.

Karaman M.S. 1962. Ein Beitrag zur Systematic der Astacidae (Decapoda) // Crustaceana. №3. P. 173–191.

Kostyuk V.S., Garbar A.V., Mezhzherin S.V. 2013. Karyotypes and Morphological Variability of Crayfish *Pontastacus leptodactylus* and *P. angulosus* (Malacostraca, Decapoda) // Vestnik zoologii, V.47, №3. P. 11-16.

Marin I., Sokolova A. 2014. Redescription of the stygobitic shrimp *Troglocaris (Xiphocaridinella) jusbaschjani* Birštein, 1948 (Decapoda: Caridea: Atyidae) from Agura

River, Sochi, Russia, with remarks on other representatives of the genus from Caucasus / I. Marin, A. Sokolova // Zootaxa. –V.3. P.277–298.

Panov V.E. 2006. First record of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853 (Crustacea: Brachyura: Varunidae) from Lake Ladoga, Russia // Aquatic Invasions. №1. P. 28–31.

Sakai K. 2013. A review of the genus *Eriocheir* De Haan, 1835 and related genera, with the description of a new genus and a new species (Brachyura, Grapsoidea, Varunidae) // Crustaceana. V. 86, №9. P. 1103–1138.

So*uty-Grosset C., Holdich D.M., Noël P.Y., Reynolds J.D., Haffner P.* 2006. Atlas of Crayfish in Europe. – Paris: Muséum national d'Histoire naturelle. 1- 187 P.

*Śmietana P., Schulz H.K., Keszka S., Schulz R.*A. 2006. proposal for accepting *Pontastacus* as a genus of European crayfish within the family Astacidae based on a revision of the west and east taxonomic literature // Bull. Fr. Pêche Piscic. V.380-381. P. 1041–1052.

Shakirova F.M., Panov V.E., Clark P.F. 2007. New records of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853, from the Volga River, Russia // Aquatic Invasions. №2. P. 169–173.

Son M.O., Novitsky R.A., Dyadichko V.G. 2013. Recent state and mechanisms of invasions of exotic decapods in ukrainian rivers // Vestnik zoologii, V.47, №1. P. 45-50.

Starobogatov Y.I. 1995. Taxonomy and geographical distribution of crayfishes of Asia and East Europe (Crustacea: Decapoda: Astacidae) // Arthropoda Selecta. №4. P. 3–25.

Yeo D.C.J., Ng P.K.L., Cumberlidge N., Magalha˜es C., Daniels S.R., Campos M.R. 2008. Global diversity of crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura) in freshwater // Hydrobiologia. V.595. P. 275–286.

ABSTRACT. The paper is focused on Decapoda fauna of freshwater of Russia. Species riches of freshwater Decapoda of the region is lower than in most of biogeographical zones of the world. Current structure of Decapoda fauna of Russia shaped under impact of two main factors: last glacial age and anthropogenic impact. Nowadays main changes of Decapoda fauna of Russia are caused by alien species invasions and growth of their areal, native species population decline or total extinction, and also distribution of local species in new territories non-accessible before due to geographical barriers.

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ В КОРОВИНСКОЙ ГУБЕ (НИЗОВЬЯ Р. ПЕЧОРА) ЗА МНОГОЛЕТНИЙ ПЕРИОД

И.В. Булатова
Северный филиал ФГБНУ «ПИНРО», Архангельск, bulatova@pinro.ru

Низовья бассейна р. Печора имеют особое рыбохозяйственное значение. Печорский залив, дельта реки, придельтовые водоемы (Коровинская губа и Голодная губа) являются районами нагула и откорма молоди и созревающих полупроходных сиговых рыб (сиг, пелядь, ряпушка, чир, нельма). Кроме того, именно здесь пролегают миграционные пути к нерестилищам производителей полупроходных и проходных рыб (сиговые, включая омуля, и семга), а также находятся места постоянного обитания частиковых рыб (щука, окунь, язь, плотва, налим и др.). Условия откорма и нагула рыб в этих районах во многом определяют величину запасов и численность стад. Северный филиал ПИНРО уделяет большое внимание мониторинговым работам в этих районах, которые ведутся в низовьях р. Печора с 1959 г.

Целью этих исследований является наблюдение за видовым составом ихтиофауны, биологическим состоянием видов, обитающих в рассматриваемых районах, оценка относительной численности их поколений (Корнилова,1970).

В данной работе приводится сравнительная характеристика структуры рыбных ресурсов из материалов, полученных в ходе экспедиций в Коровинскую губу в августе-сентябре 1964-1966 гг. и в современный период.

Низовья р. Печора, в том числе и Коровинская губа, испытывают наиболее сильное отрицательное воздействие от существующей в бассейне антропогенной нагрузки. Здесь загрязняющие вещества, поступающие транзитом с расположенных выше участков, вследствие снижения скоростей течения аккумулируются. Именно в низовьях р. Печора после крупных аварий в бассейне всегда отмечаются самые высокие величины содержания нефтепродуктов. Экологическая ситуация в Печорском бассейне уже на протяжении многих десятилетий достаточно напряженная. Нефтяное загрязнение р. Печора и ее притоков специалисты-гидрохимики отмечали еще в 60-х гг. прошлого столетия (Влияние сточных вод…, 1967). С конца 1970-х гг. загрязнение многократно увеличилось в результате нефтяных и газовых поисковых и эксплуатационных работ. В ноябре 1980 г. имела место авария на Кумжинской скважине в дельте р. Печора – открытое фонтанирование газа, где выброс пульпы с газовым конденсатом продолжался несколько лет. В мае 1981 г. на месторождении на глубине порядка 1,5 тыс. м был взорван ядерный заряд с целью сдвига геологических пластов, но аварию ликвидировать не удалось. Месторождение было законсервировано, но последствия аварии до сих пор не устранены. В августе 1994 г. произошла авария на

нефтепроводе Возей-Головные сооружения в Усинском районе Республики Коми, которая по оценкам специалистов оказалась крупнейшей за последние 20 лет в истории нефтедобычи в СССР и России. Далее последовала серия аварий меньших масштабов на нефтепромыслах и нефтепроводах в Усинском и Печорском районах Республики Коми (апрель 2007 г., февраль 2009 г., апрель 2010 г., ноябрь 2012 г., май 2013 г.), в результате которых нефть в большей или меньшей степени попала в притоки р. Печора. Не секрет, что многие аварии скрываются, и информация о них замалчивается. В зимние и весенние сезоны с участков лова в р. Печора от рыбаков неоднократно поступали сообщения о том, что нефть значительным слоем оседает на выставляемые жаберные сети, о перекатывании в придонном слое "катышей" тяжелой сырой нефти, о частых случаях обнаружения нефтяных пленок на поверхности воды. Крупные аварии 80-90-х гг. прошлого столетия чрезвычайно ухудшили экологическую ситуацию в печорском бассейне. В результате условия нагула полупроходных сиговых рыб в нижнем течении реки претерпели существенные изменения.

Территория Коровинской губы входит в Государственный природный заповедник (ГПЗ) «Ненецкий», который был образован в декабре 1997 г. С образованием в Коровинской губе ГПЗ «Ненецкий» промышленный и любительский лов рыбы в водном объекте был прекращен.

Сравнительная характеристика структуры рыбного населения приводится по данным мониторинговых рейсов, которые традиционно осуществляются на одних и тех же участках западной и северо-западной частей Коровинской губы (рис. 1). Работы проводятся в одни и те же сроки – в августе. На каждой станции производится по 2-3 замета мелкоячейным закидным неводом длиной 80 м и шагом ячеи в кутке 5-7 мм, в крыльях от 16 до 40 мм.

Ихтиофауна обследованного района не отличается большим видовым разнообразием и включает 17 видов, в т.ч. и гибридов сиговых. На протяжении всего периода исследований в уловах закидным неводом были отмечены следующие виды рыб: сиг, пелядь, чир, печорская ряпушка, нельма, гибриды сиговых, щука, окунь, язь, плотва, ерш, европейский хариус, колюшка девятииглая, камбала речная, налим, корюшка, гольян обыкновенный, подкаменщик обыкновенный. Из них промысловое значение имеют, прежде всего, сиговые (сиг, пелядь, чир, ряпушка, нельма), а также частиковые виды (щука, окунь, налим, язь, плотва). Семга и омуль в мелкоячейный невод не попадались. Хариус, колюшка, камбала речная, гольян обыкновенный в контрольных уловах встречались единично. С 2005 г. в уловах не отмечался подкаменщик обыкновенный (ранее составлял 0,01% улова). Снижение численности подкаменщика при ухудшении качества воды отмечалось и другими авторами (Решетников, 2002).

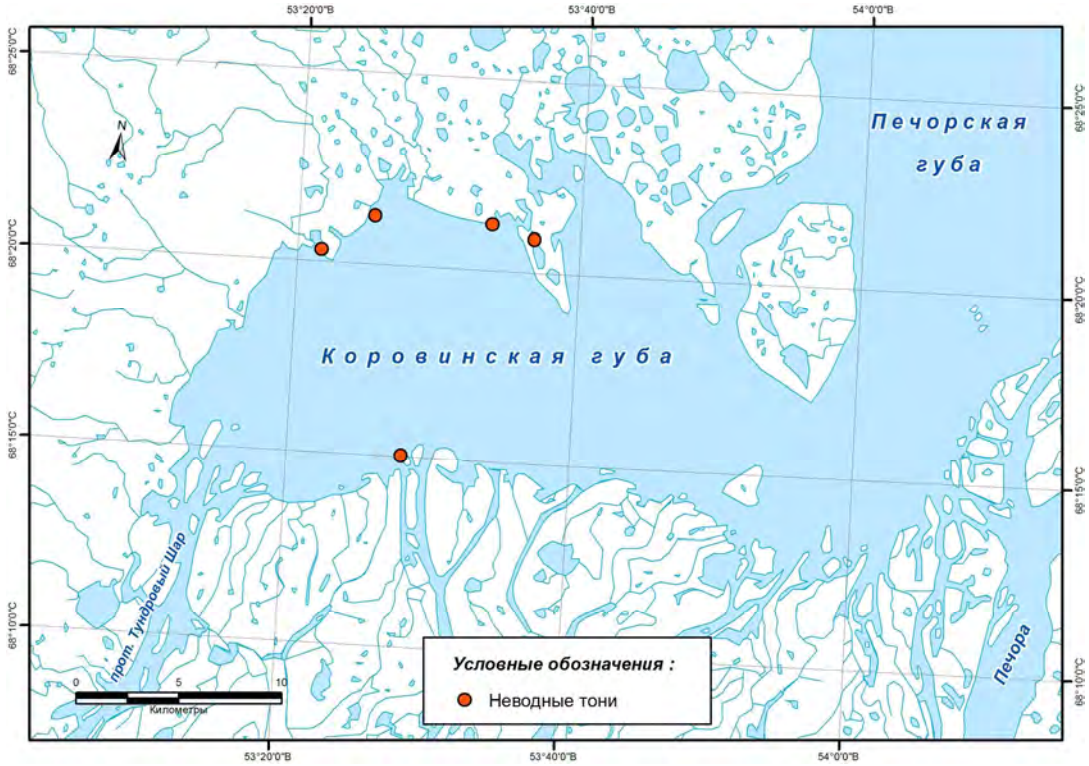


Рисунок 1 - **Схема расположения мониторинговых станций в Коровинской губе**

При сравнении процентного соотношения ценных видов рыб (сиг, пелядь, чир, ряпушка, нельма) в уловах отмечается снижение доли сига, пеляди, чира и нельмы. Так, если в 60-х годах прошлого столетия сиг составлял в уловах 51-66%, в среднем –56,6%, то в 90-х – в среднем за десятилетие 19,5%, в 2001-2010 гг. – 11,8%, в последнее пятилетие – 11,2%. Чир и нельма в контрольных уловах всегда встречались в небольших количествах. Чир в 1960-х годах занимал в уловах в среднем 1,4%, в 1990-х годах – 2,9%, в 2001-2010 гг. – 0,8%, в 2011-2015 гг. – 0,9%. Доля нельмы в контрольных уловах мелкоячейным неводом в 1960-х годах составляла в среднем 6,0%, в 1990-х – 0,6%, в 2000-х – 1,1%, в 2011-2015 гг. – 0,1%. Доля пеляди в уловах также снизилась, так если в 1960-х годах она составляла 5,2%, в 1990-х – 8,8%, то в 2001-2010 гг. – 2,7%, в 2011-2015 гг. – 1,5%. Процентное содержание сиговых видов в контрольных уловах мелкоячейным неводом по годам отражено на рисунке 2.

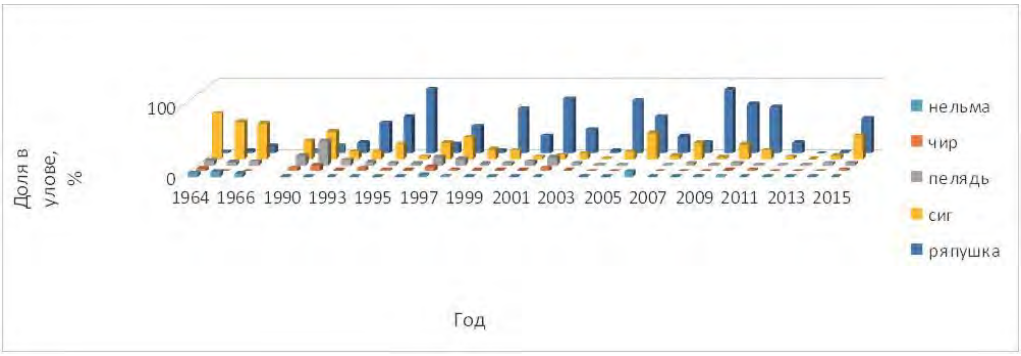


Рисунок 2 - **Содержание в уловах мелкоячейным неводом сиговых видов (%)**

Огромное влияние на численность ценных видов, помимо незаконного вылова биоресурсов, оказывает и качество водной среды на местах нереста и нагула. Так как мелкоячейным неводом в основном облавливается молодь и скатившиеся с мест нереста сеголетки сиговых рыб, естественное воспроизводство которых происходит в верховьях р. Печора и ее притоках – реки Уса и. Колва, то огромное влияние на численность данных видов оказывают техногенные аварии. При разливах нефти в результате аварий на нефтепроводах и попадании ее в водоемы в весенний период, когда происходит выклев личинок, отмечается резкое снижение численности сига, пеляди, чира в уловах на местах нагула молоди – в низовьях р. Печора. В то же время, аварии не оказывают такого влияния на численность ряпушки, т. к. места ее нереста расположены на всем протяжении р. Печора до р. Уса. Ряпушка в Коровинской губе представлена в основном молодью первого года жизни, при этом ее процентное соотношение ее в уловах с 90-х годов прошлого столетия значительно увеличилось на фоне снижения других ценных видов. Это обусловлено не только отдаленностью мест нереста от основных нефтяных месторождений, но и коротким жизненным циклом, что позволяет популяции ряпушки восстанавливаться в короткие сроки в отличие от других, длинноцикловых, видов сиговых рыб.

Доля в уловах туводных частиковых видов (язь, плотва, ерш, окунь) в последнее время значительно выросла. Так, если окунь в уловах 1964-1966 гг. составлял в среднем 2,5%, в 1990-х годах – 2,0%, то в 2001-2010 гг. его доля в уловах увеличилась до 3,6%, а в 2011-2015 гг. – до 13,6%. То же можно сказать и о ерше. Если в 1960-х годах он отмечался лишь в небольших количествах в Коровинской губе – в среднем 2,0% в улове, то в 1990-х годах – 28,8%, в 2001-2010 гг. – 28,6%, а в последнее пятилетие он составил уже 35,1% улова. Доля плотвы в уловах мелкоячейного невода также увеличилась. Плотва в 1960-е годы в Коровинской губе не отмечалась вовсе, не было ее в те годы и в составе питания таких хищников, как щука и нельма. Впервые плотва была отмечена в контрольных

уловах в 1989 г., и в 1990-х годах ее доля составляла в среднем 0,3%, в 2001-2010 гг. – 2,0%, а в последнее пятилетие она в среднем составила 3,3% в улове. Содержание язя в уловах также возросло в последнее пятилетие – в среднем 7,4 против 2,0% в 1990-х годах и 2,3% в 2001-2010 гг. Эти виды не пользуются спросом у населения, численность их не регулируется промыслом и постоянно растет, в результате происходит замещение ценных видов на малоценные. Из них лишь щука и налим наиболее востребованы местным населением, в силу чего их доля в контрольных уловах по сравнению с 60-ми годами прошлого столетия также снизилась – щуки с 17,5% в 1960-х годах до 1,2% в последнее пятилетие, налима с 0,3% в 1960-х годах до 0,08% в последние годы. Относительное содержание туводных видов в контрольных уловах мелкоячейным неводом по годам отражено на рисунке 3.

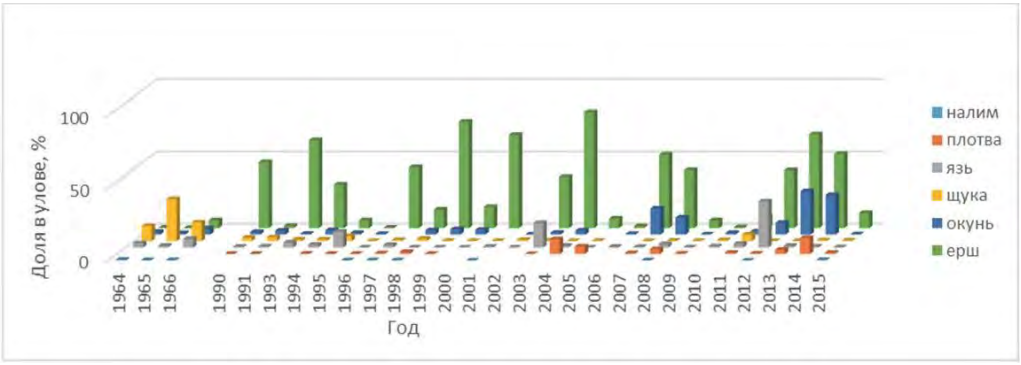


Рисунок 3 - **Содержание в уловах мелкоячейным неводом туводных видов (%)**

Таким образом, при стечении неблагоприятных факторов, таких как превышение рекомендованных объемов добычи, нерегулируемый, неучтенный и незаконный (ННН) вылов ценных видов водных биоресурсов, а также загрязнение среды обитания, наблюдается снижение в контрольных уловах доли ценных видов, таких как сиг, чир, нельма, пелядь и замещение их малоценными видами рыб (ерш, окунь, плотва, язь) (таблица 1).

Таблица 1 - **Соотношение водных биоресурсов в контрольных уловах мелкоячейным неводом (%)**

Год наблюдений	**Доля в улове сиговых видов (нельма, чир, сиг, пелядь, ряпушка)**	**Доля в улове туводных видов (плотва, язь, щука, окунь, ерш, налим)**
1964-1966	73,9	26,1
1990-2000	65,5	34,5
2001-2010	63,1	36,9
2011-2015	39,5	60,5

Литература

Атлас пресноводных рыб России (под редакцией Ю.С. Решетникова). М.: Наука, 2002. Т. 1, 2. 379 с.

Влияние сточных вод и лесосплава на рыбохозяйственные водоемы и ущерб, наносимый загрязнением рыбной промышленности СССР // Изв. ГосНИОРХ, 1967. Т. 66. С. 38-40.

Корнилова В.П. Ихтиофауна низовьев Печоры и Печорского залива Баренцева моря // Материалы рыбохозяйственных исследований северного бассейна. Мурманск, 1970. С. 5-44.

Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука, 1980. 301 с.

ABSTRACT. Species structure of catches in 1964-1966 and now is examined. Changes in structure of fish resources are shown eventually. There are increase in a part of an ide, roach, perch, vendace, ruff and reduction in a part of a whitefish, peled, broad whitefish, nelma observed.

К СОВРЕМЕННОМУ СОСТОЯНИЮ ПОПУЛЯЦИИ СИГА Р. ИНДИГИРКА

Е.В. Бурмистров[1], **О.Д. Апсолихова**[2]
[1]*Якутский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», ИЕН СВФУ им. М.К. Амосова, evgburm@gmail.com*
[2]*Якутский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», olgasaha@rambler.ru*

Для экологического прогнозирования изменений водных экосистем в условиях возрастающей антропогенной нагрузки необходимо изучение современного состояния сообществ гидробионтов, включая рыбное население, как одного из последних звеньев в трофической цепи. В настоящее время проблема сохранения разнообразия рыб, является одной из наиболее актуальных, поскольку в результате природных факторов и хозяйственной деятельности человека многие виды рыб становятся редкими, другие исчезающими или уже исчезнувшими. Однако еще сохранились популяции пресноводных рыб слабо или совсем не изучены. К числу последних можно отнести сига реки Индигирка.

Известно, что сиги одними из первых реагируют на изменения в водоемах и могут служить индикаторами их состояния (Савосин, 2010).

Целью нашей работы явилось изучение современного состояния популяции сига р. Индигирка и уточнить состав его паразитофауны.

Материал и методика. Ихтиологический материал собран в августе-сентябре 2015 г. на нижнем течении реки Индигирка Республики Саха (Якутия). Проведен биологический анализ и неполное паразитологическое вскрытие 291 особи сига. Биологический анализ, неполное паразитологическое вскрытие и камеральная обработка материала проведены по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Чугунова, 1959; Быховская-Павловская, 1985).

Результаты и обсуждения. В бассейне реки Индигирки сиг распространен повсеместно. Половой зрелости достигает в возрасте 5+-7+ лет. Достигнув половой зрелости, начинает в начале осени перемещаться к основным мечтам размножения. Нерест происходит в конце сентября - в октябре, не растягивается дольше, чем на две недели. Плодовитость составляет 26,8-37,9 тыс. икринок. Размножается в конце сентября при температуре воды +3 - +4 ºС. В зимнее время сиг держится в глубоководных курьях и на глубоких участках реки с замедленным течением (Кириллов, 1972).

Пищевой спектр сига в разные годы непостоянен и зависит от места обитания и интенсивности развития отдельных кормовых объектов. Молодь сига в условиях Якутии питается в основном зоопланктонными организмами и личинками хирономид, постепенно, по мере роста увеличивается доля бентосных организмов. Взрослые особи питаются преимущественно бентосом: моллюсками, личинками хирономид, ручейниками, гаммаридами и поденками.

Сиг в уловах 2015 г. представлен особями в возрасте от 1+ до 16+ лет, промысловой длиной от 9,4 до 37,2 см, массой от 9,5 до 901 г. Коэффициенты упитанности по Фультону и Кларк составляют в среднем 1,16 и 1,10% соответственно (таблица 1). Соотношение полов равно 1:1.

В р. Индигирка сиг является одним из основных объектов промысла. Средняя доля сига в общем вылове в бассейне р. Индигирка составляет 6,32%. Среднемноголетний вылов за период с 1942 по 2015 г. составляет 61,3 т. Минимальные объемы вылова приходились на период с 1942 по 1966 г. и составляли в среднем 19 т. Максимальные объемы вылова приходились на период с 1967 по 1991 г. Средний вылов за данный период составлял 108,6 т. За этот период наблюдаются три пика объемов вылова в 177,2, 161,7 и 161,8 т – в 1970, 1979 и 1989 г. соответственно, с постепенными спадами и возрастаниями между ними (расстояние между пиками девять-десять лет). Можно предположить, что численность сига р. Индигирка подвергалась 9-10-летним колебаниям.

Таблица 1 – **Средние показатели сига нижнего течения р. Индигирка, август-сентябрь 2015 г.**

	Длина, см	**Масса, г**	**Коэффициент упитанности по Фультону, %**	**Коэффициент упитанности по Кларк**	**N, экз**
1+	10,5	12	1,05	0,97	5
2+	17,2	58	1,14	1,07	10
3+	18,9	73	1,08	1,02	35
4+	21,1	106	1,11	1,06	55
5+	23,8	154	1,14	1,08	52
6+	25,8	210	1,21	1,15	29
7+	27,0	240	1,20	1,13	46
8+	28,8	294	1,22	1,14	36
9+	30,8	374	1,27	1,22	12
10+	32,9	463	1,30	1,17	1
11+	32,5	442	1,28	1,21	2
12+	34,8	571	1,34	1,20	6
14+	36,6	901	1,83	1,69	1
16+	37,2	685	1,33	1,23	1
Общее	24,2	191	1,16	1,10	291

После 1992 г. явной периодичности в объемах вылова не наблюдается, что связано с экономическими причинами и развалом рыбодобывающей промышленности. Средний вылов за период с 1992 по 2015 г. составил 49,0 т, что меньше показателя среднемноголетнего объема вылова на 20%. Вылов за последние десять лет относительно стабильный, средний вылов составляет 58,2 т (рисунок 1).

В 2015 г. было выловлено 48,7 т, что больше показателя предыдущего года на 8,2 т. Доля сига в общем объеме вылова за 2015 г. в р. Индигирка составляет 9,08%.

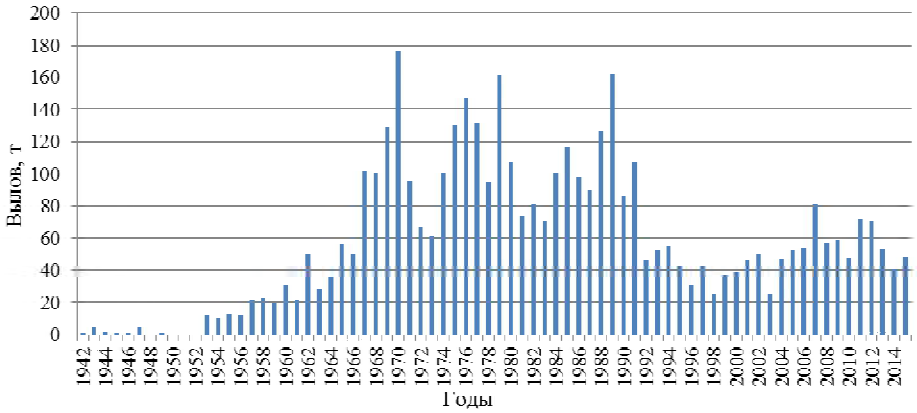


Рисунок 1 – **Динамика вылова сига в р. Индигирка с 1942 по 2015 г., т**

Согласно нашим наблюдениям, современное состояние популяции удовлетворительное и позволяет увеличить вылов сига в р. Индигирка.

До наших исследований, согласно литературным данным у сига реки Индигирки обнаружено 15 видов паразитов, относящихся к 6 классам: простейших – один вид (*Henneguya zschokkei*), моногеней – один вид (*Discocotyle sagittata*), цестод – пять видов (*Eubothrium crassum, Diphyllobothrium dendriticum, Cyathocephalus truncatus, Diplocotyle orlikii, Proteocephalus exiguous*), трематод – один вид (*Crepidostomum farionis*), нематод – четыре вида *(Capillaria* sp.*, Cystidicola farionis, Philonema sibirica, Raphidascaris acus, R.* sp. (l.)*)*, скребней – три вида (*Neoechinorhynchus rutili, N. crassus, Metechinorhynchus salmonis*) (Однокурцев, 2015).

Нами, согласно результатам неполного паразитологического исследования выборки сига р. Индигирка 2015 г., из просмотренного 291 экземпляра (139 самок и 147 самцов, а так же 5 штук в ювенальной стадии развития) обнаружено 38 зараженных экземпляров, что составляет 13,1% от общего количества.

Основную массу зараженных сигов составили особи в возрасте от 5+ до 8+. Обнаружено четыре вида паразитов, относящихся к четырем классам: цестод – два (*D. dendriticum, Triaenophorus crassus*), нематод – один (*C. farionis*), ракообразных – один вид (*Coregonicola orientalis*). Два из четырех обнаруженных видов паразитов зафиксированы у сига реки Индигирка впервые. Это цестода *T. crassus* и паразитический рачок *C. orientalis* (рисунок 2). Цестоды рода Trienophorus вызывают широко распространенное инвазионное заболевание рыб в водоемах Голарктики, в том числе в Республике Саха (Якутия). Отмечаются случаи гибели молоди окуня, налима, снетка от этого заболевания в естественных водоемах.

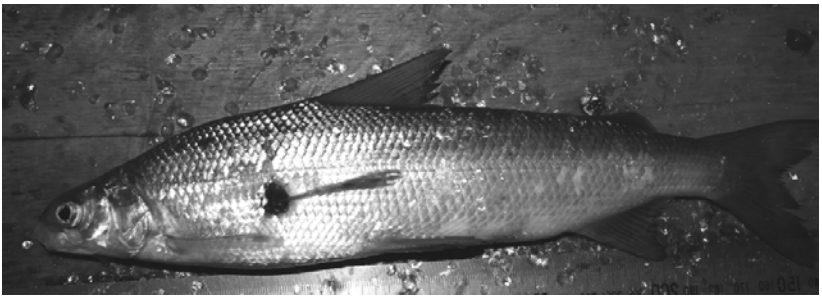


Рисунок 2 – **Сиг реки Индигирка, зараженный ракообразным *C. orientalis***

Паразитический рачок *C. orientalis* у сиговых рыб в Республике Саха (Якутия) был зафиксирован в реках Лена у нельмы, омуля, чира, сига, муксуна, Яна – у ряпушки, Индигирка у ряпушки, Колыме у ряпушки, чира (Однокурцев, 2015). Паразит внедряется максиллипедами I глубоко в мускулатуру, достигая у мелких экземпляров полости тела. В месте внедрения рачка остается округлая язва, могущая служить воротами для вторичной инфекции, что представляет опасность для молоди рыб (Определитель паразитов …, 1962).

Общую паразитологическую ситуацию популяции сига в р. Индигирка можно оценить как относительно благополучную, уровень зараженности рыб в целом невысок.

Литература

Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб: Руководство по изучению. – Л.: Наука, 1985. - 124 с.

Кириллов Ф.Н. Рыбы Якутии. М.: Наука, 1972. 360 с.

Однокурцев В.А. Паразитофауна позвоночных животных Якутии / В.А. Однокурцев; отв ред. А.И. Ануфриев; Рос. акад. наук, Сиб. Отд-ние, Ин-т биологических проблем криолитозоны. - Новосибирск: Издательство СО РАН, 2015. – 309 с.

Определитель паразитов пресноводных рыб СССР. – Л.: Наука, 1962. – 775 с.

Савосин Д.С. Многотычинковый сиг Coregonus lavaretus (L.) водоемов Карелии: автореф. канд. дисс. - Петразоводск, 2010. – 23 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.

Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: АН СССР, 1959. 164 с.

ABSTRACT. Current state of fish fauna of the Indigirka river lower course (Allaikhovskiy district, Republic of Sakha (Yakutia)) was investigated. Here we present the current state and parasitological status of the Indigirka river lower course whitefish population. As a result of work four species of parasites belonging to four classes were detected in whitefish. Two of them were found in whitefish of the Indigirka river for the first time.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДЫ КАРМАНОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 2002-2015 ГГ. ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА

Г.Д. Валиева[1], Ю.В.Кузнецова[2]
[1]Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Казань, raduga-ulybka@mail.ru
[2]Филиал ООО «БГК» Кармановская ГРЭС, Нефтекамск, Kuznetsova_YUV@bgkrb.ru

Воды Кармановского водохранилища, помимо охлаждения циркуляционной воды ГРЭС, сезонного регулирования стока р. Буй и обеспечения водопользования, активно используются для садкового выращивания промысловых видов рыб в самом водохранилище и на отводящих теплых водах ГРЭС. Под влиянием теплых вод в водоеме-охладителе изменяется не только температурный режим, но и содержание кислорода, химический состав воды, кормовая база рыб (Никаноров, 1977). С химическим составом воды тесно связаны биологические процессы, протекающие в водоеме, и возможность существования организмов и их развитие (Алекин, 1970). Так неоптимальный для рыб гидрохимический режим приводит к различным патологиям. Например, повышенное содержание аммонийного азота при pH более 8,5-9,0 может приводить к образованию аммиака, повреждению жабр и бранхионекрозу у рыб. Накопление нитритов (более 0,02 мг/л) приводит к метгемоглобинемии. Недостаток кислорода вызывает асфиксию (Наумова и др., 2016). Избыток железа вызывает разрушение жаберной ткани. Нефтепродукты кроме прямого токсического действия на рыб и их кормовую базу нарушают процесс аэрации в водоеме и нормальное течение биологических процессов (Аршаница, Перевозников, 2006). Поэтому так важно обращать внимание не только на изменения гидробиологической составляющей водоема-охладителя, но и на динамику изменений его гидрохимических показателей под воздействием антропогенного фактора.

По химическому составу воды Кармановского водохранилища являются гидрокарбонатно-кальциевыми с умеренной минерализацией. Температурный режим водохранилища в значительной степени определяет общие закономерности функционирования экосистемы, в том числе и гидрохимический режим водоема. По уровню тепловой нагрузки Кармановское водохранилище в целом относится к слабоподогретым (Гончаренко и др., 1986; Шакирова и др., 2014; Валиева, 2015).

Определение количественных характеристик гидрохимических показателей качества воды выполнялось сотрудниками химической лаборатории Кармановской ГРЭС на трех участках Кармановского водохранилища: в верховье, в центральной части водоема (у береговых насосных станций (БНС)) и у плотины ГРЭС. Определение осуществлялось по следующим показателям: pH, взвешенные вещества, растворенный кислород, нефтепродукты, хлориды, сульфаты, фосфаты (по фосфору), минерализация, ХПК, $БПК_5$, медь, железо, нитриты, нитраты, азот аммонийный,

никель и ванадий. Анализ данных по концентрациям указанных химических показателей качества воды за период с 2002 по 2015 гг. показал, что большинство из них находятся в пределах рыбохозяйственных нормативов ($ПДК_{р/х}$) (Перечень…, 2011).

Кислородный режим и pH воды наиболее наглядно показывают значение растворенного в воде кислорода для жизнедеятельности обитающих в воде гидробионтов. Количественное содержание в природной воде *растворенного кислорода* является результатом равновесия между двумя группами процессов: с одной стороны, процессов, обогащающих воду кислородом (O_2), и с другой, наоборот, уменьшающих содержание O_2. Источником обогащения воды O_2 в естественных условиях является главным образом атмосфера, а также процесс фотосинтеза в воде. С другой стороны, кислород в природных водах потребляется на различные окислительные процессы (дыхание организмов, брожение и гниение различных органических остатков, и окисление неорганических соединений) (Алекин, 1970). Для Кармановского водохранилища в целом характерно неравномерное распределение кислорода и растворенных газов в вертикальном и горизонтальном направлениях, особенно в летние месяцы, а в весенние и осенние периоды наблюдается сглаживание неравномерного их распределения. Содержание растворенного в воде Кармановского водохранилища кислорода за весь указанный период исследований превышало $ПДК_{р/х}$ почти в 2 раза (рис.1). Значительное превышение содержания кислорода наблюдалось в 2006 г. в верховье водоема. Причиной тому, вероятно, явилось массовое развитие водной растительности, наблюдаемое на данном участке водохранилища.

Активная реакция воды или водородный показатель (*pH*) влияет на выживаемость гидробионтов, их уровень газообмена, интенсивность питания, степень усвоения корма, темп роста, размножение и другие функции (Китаев, 2007). Как известно, максимальная продуктивность вод приходится на pH между 6,5 и 8,5. В Кармановском водохранилище на протяжении длительного периода исследований (2002-2015 гг.) pH находился в пределах нормы, а средние значения составили 8,13-8,17. Также можно отметить, что практически во все годы значение pH превышает отметку 8,00, за исключением 2002, 2007 и 2012 гг., когда данный показатель был ниже этой отметки (рис. 1).

Содержание *нефтепродуктов* в водоеме также было в пределах нормы, составляя в среднем 0,032-0,038 мг/дм^3. Лишь в 2004 г. наблюдалось превышение ПДК в 1,5 раза на участках у БНС и у плотины и в 2005 г. - в верховье (рис. 2). Вероятно, это явилось следствием аварийной ситуации на водоеме (Шакирова и др., 2014). Источниками поступления нефтепродуктов могут быть и нефтяные трубопроводы, которых на территории Башкирии не мало, сточные воды нефтеперерабатывающих предприятий и сток с городских территорий, миграция через почву с поверхностных слоев и при транспортировке нефти. В настоящее время содержание нефтепродуктов в водоеме находится в пределах нормы. Однако следует отметить, что показатели по нефтепродуктам в воде были выше в верховье

водохранилища и ниже в центральной его части (у БНС) и у плотины, что указывает на их поступление в водоём в большей степени с водами реки Буй сверху.

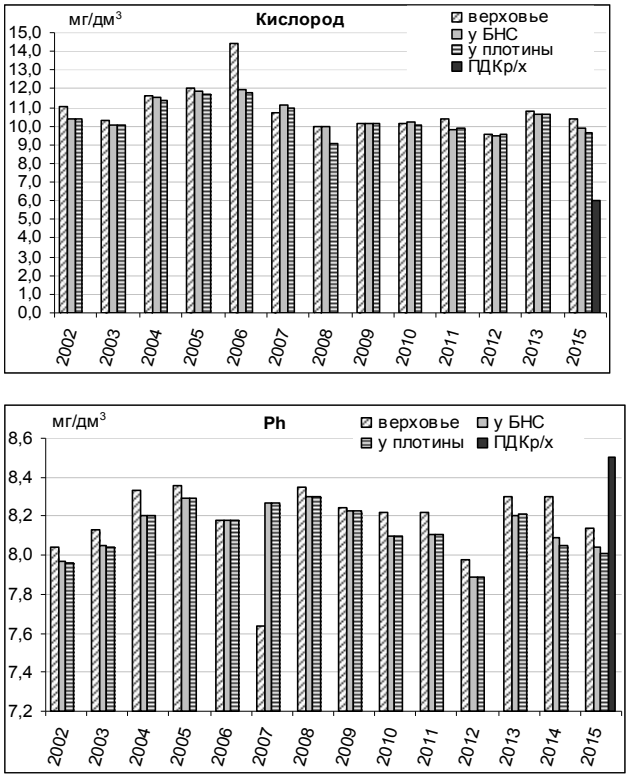


Рисунок 1 – **Содержание растворенного кислорода и показатели pH на разных участках водохранилища в 2002-2015 гг.**

В пределах допустимых концентраций отмечены такие составляющие качества воды как хлориды, сульфаты, фосфаты (по фосфору), нитраты (рис.3), ХПК и никель (<0,005 мг/дм^3). *Фосфаты* и *нитраты* малотоксичны, но они могут повышать трофность, нарушать экологическое равновесие в водоеме, стимулировать развитие одних организмов в ущерб другим (Гидрохимия…, 1971)

Хлориды в зависимости от происхождения характеризуют или минеральный состав воды, или загрязнение ее различными органическими отбросами. Хлориды органического происхождения (животные отбросы, моча, сточные воды и т.п.) обусловливают снижение в воде кислорода, что отрицательно сказывается на жизни рыб (Гидрохимия…, 1971). Но т.к. содержание в воде Кармановского водохранилища хлоридов было ниже ПДК почти в 12 раз (рис. 3), а содержание

кислорода выше нормы (рис. 1), то и опасения для ихтиофауны водоема хлориды не вызывают.

Содержание *нитритов* в воде в течение исследуемого периода наблюдений было в норме, составляя в среднем 0,055-0,064 мг/дм^3. Исключением явилось незначительное превышение ПДК в 2014 году в верховье водоема-охладителя – 0,084 мг/дм^3 при ПДК$_{р/х}$ = 0,080 мг/дм^3 (Перечень…, 2011). В воде рыбоводных прудов наличие нитритов нежелательно, т.к. большое их количество, как и высокие концентрации *сульфатов,* приводит к ослаблению резистентности рыб к воздействию факторов внешней среды и к возбудителям заболеваний и даже к их гибели (Гидрохимия…, 1971).

Рисунок 2 - **Содержание нефтепродуктов на разных участках водохранилища в 2002-2015 гг.**

Никель и ванадий по классификации Аддетт (1985) относятся ко второй группе тяжелых металлов – условно-эссенциальные микроэлементы (Аршаница, Перевозников, 2006). Их содержание в природных водах очень незначительно. Этому способствует, с одной стороны, малое содержание их в почвах и грунтах, с другой – относительно высокое значение pH (Алекин, 1970). Так, содержание *никеля* в воде Кармановского водохранилища с 2002 по 2015 гг. составило менее 0,005 мг/дм^3 при ПДК$_{р/х}$ равном 0,01 мг/дм^3. А содержание *ванадия* в водоеме-охладителе составляет менее 0,001 мг/дм^3. Данный показатель не нормируется ввиду его ничтожно малых концентраций, практически не оказывающих влияния на состояние водоема.

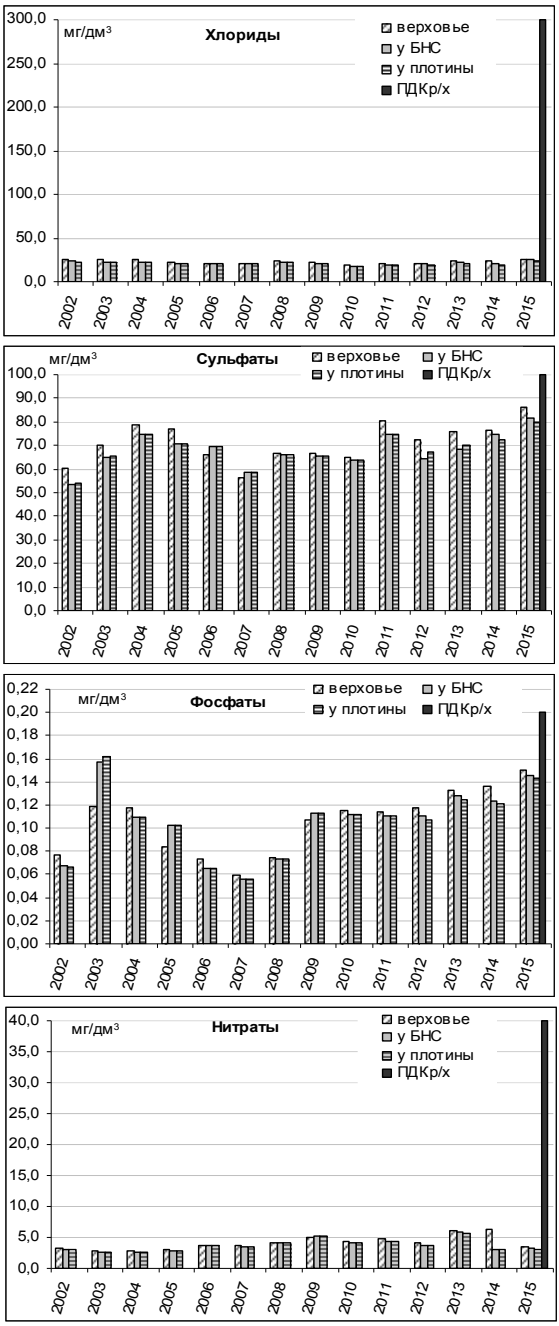


Рисунок 3 – **Содержание хлоридов, сульфатов, фосфатов и нитратов на разных участках водохранилища в 2002-2015 гг.**

Биохимическое потребление кислорода (или $БПК_5$) является одним из важнейших критериев уровня загрязнения водоема органическими веществами, т.к. определяет количество кислорода, необходимое для разложения органических загрязняющих веществ. Показатели $БПК_5$ в водах Кармановского водохранилища за указанный период времени – с 2002 по 2015 годы – не стабильны и варьируют от 1,50 мг/дм^3 (2008 г., на всех исследуемых участках) до 2,24 мг/дм^3 (2002 г., верховье) (рис. 4). Превышение ПДК по данному показателю (2,00 мг/дм^3) по всему водохранилищу помимо 2002 г. также наблюдалось и в 2003 году. Небольшое превышение ПДК на отдельных участках водоема было отмечено в течение последних 5 лет наблюдений: в 2011 (в верховье), 2014 (в центральной части водохранилища) и 2015 (в верховье) годах. В 2012 году в верховье значение данного показателя было пороговым, т.е. достигло значений предельно допустимой концентрации для рыбохозяйственных водоемов.

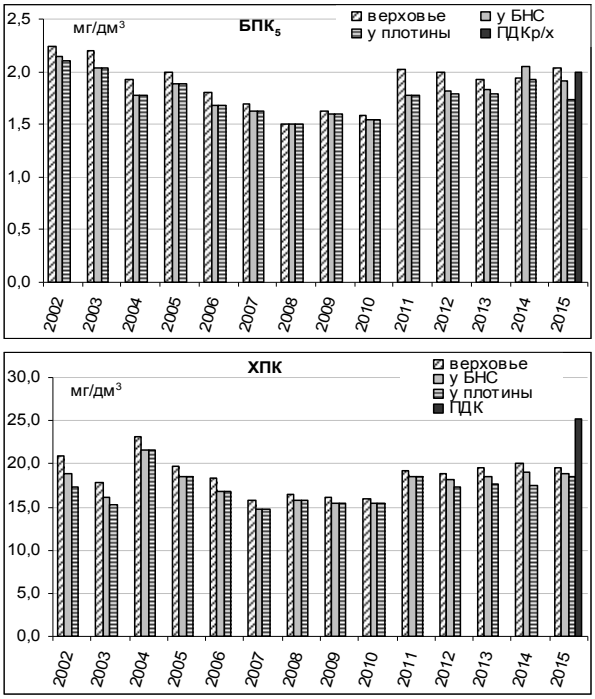


Рисунок 4 - **Показатели $БПК_5$ и ХПК на разных участках водохранилища в 2002-2015 гг.**

Химическое потребление кислорода (ХПК) в настоящее время также считается одним из наиболее информативных показателей антропогенного загрязнения вод. Этот показатель, в том или ином варианте, используется повсеместно при контроле качества природных вод, исследовании сточных вод

и т.д. Величины ХПК в Кармановском водохранилище варьировали от 14,75 мг/дм^3 (2007 г.) до 23,07 мг/дм^3 (2004 г.), что не превышает предельно допустимых значений (25,2 мг/дм^3) (рис. 4). Следует заметить, что в последние 5 лет значения его стабилизировались и держатся в среднем на уровне 17,89 мг/дм^3 у плотины и 19,45 мг/дм^3 в верховье.

Отмечено, что практически все определяемые химические показатели водоема-охладителя Кармановской ГРЭС в верховье водохранилища имеют наиболее высокие их значения, по сравнению с таковыми в центральной части (у БНС) и у плотины ГРЭС. Отсюда можно предположить, что источником повышенных значений химических показателей водоема является не Кармановская ГРЭС, а такие антропогенные факторы, как сточные воды предприятий г. Янаул, смывы с сельскохозяйственных и городских территорий, миграция загрязняющих веществ через почву с поверхностных слоев и др. Однако по таким элементам, как железо и медь по рыбохозяйственным нормативам наблюдается превышение их предельно допустимых концентраций в водоёме (рис. 5).

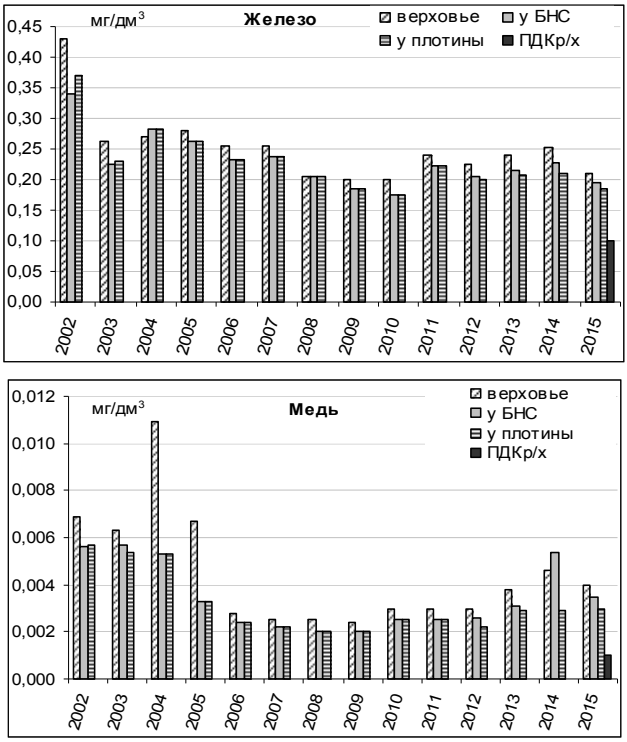


Рисунок 5 - **Содержание железа и меди в воде на разных участках водохранилища в 2002-2015 гг.**

Железо всегда присутствует в пресноводных водоемах в концентрациях от 0,01 до 1,00 мг/л (или мг/дм^3) (Аршаница, Перевозников, 2006), а его ПДК$_{р/х}$ составляет 0,10 мг/дм^3. Содержание железа в водах Кармановского водохранилища в среднем превышает ПДК в 2 раза, а самое высокое за исследуемый период значение содержания железа в воде отмечалось в 2002 г., когда ПДК было превышено в 3-4 раза, составив 0,340-0,430 мг/дм^3 с максимумом в верховье.

Содержание *меди* в воде исследуемого водоема превышает ПДК в среднем в 2-5 раз, а в 2004 г. было отмечено десятикратное превышение норматива в верховье водохранилища (0,0109 мг/дм^3), причем на других участках водоема в тот же период года значения данного химического показателя не превышали 0,0053 мг/дм^3 (рис. 5). В последующие годы содержание меди в водах водохранилища заметно снизилось, но по-прежнему превышало предельно допустимые концентрации рыбохозяйственного значения (Перечень…, 2011). Источником превышения меди в воде может быть поступление ее солей в водоем со сточными водами, с осадками и путем смыва с сельскохозяйственных территорий. Источником солей меди также может быть применение их в рыбоводстве для борьбы с эктопаразитами рыб и для регулирования численности водорослей (Аршаница, Перевозников, 2006).

Небольшое превышение нормативов по *азоту аммонийному* отмечено в 2002, 2005 и 2007 гг. на всех исследуемых участках, а в 2003, 2013 и 2014 гг. превышение ПДК$_{р/х}$ наблюдалось лишь в верховье водохранилища (рис. 6).

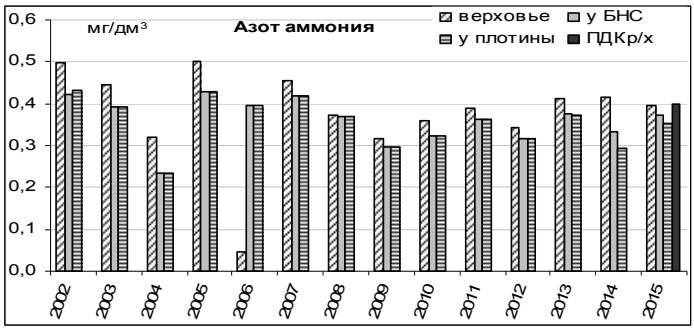


Рисунок 6 - **Содержание в воде азота аммония на разных участках водохранилища в 2002-2015 гг.**

По данному химическому компоненту отмечается та же закономерность распределения его содержания в водах водохранилища, характерная для других химических показателей (т.е. уменьшение в направлении от верховья к плотине ГРЭС). Исключением явилась ситуация в 2006 г., когда в верховье содержание данного показателя было значительно ниже, чем в районе БНС и у плотины. Как известно, основным источником появления в природной воде ионов аммония являются различные сложные органические вещества животного и растительного

происхождения, содержащие в своем составе белок. Учитывая, что недалеко от плотины и БНС находятся садки Кармановского рыбхоза, функционирующего с 1992 г., можно предположить, что это также повлияло на содержание ионов аммония в водоеме. Значительное количество аммонийного азота и пестицидов смывается с сельскохозяйственных территорий. В основном они попадают в водоемы и водостоки без какой-либо очистки и поэтому содержат высокую концентрацию органических веществ, биогенных элементов и других загрязнителей (Субботина и др., 2016).

Концентрация *взвешенных веществ* в водоеме в 2015 г. была максимальной за весь период исследования, начиная с 2002 г., и превышала ПДК в 21-23 раза, достигая значения 5,92 мг/дм^3 (рис. 7). В другие годы исследуемого периода данный показатель также превышал рыбохозяйственные нормативы, но в меньшей степени – в среднем в 13-14 раз. Высокое содержание взвешенных веществ в воде отмечалось в самый жаркий и маловодный 2010 год (4,21-4,77 мг/дм^3) в верховье, что, по-видимому, объясняется поступлением биогенов с водами реки Буй. В 2014 г. высокое содержание взвешенных веществ (4,29-4,86 мг/дм^3) наблюдалось вблизи плотины, а не в верховье, как отмечалось ранее. Причиной тому, по-видимому, послужили садки Кармановского рыбхоза.

Рисунок 7 - **Содержание взвешенных веществ в воде на разных участках водохранилища в 2002-2015 гг.**

Минерализация воды Кармановского водохранилища в период с 2002 по 2015 гг. колебалась от 305,83 (2010 г.) до 458,17 мг/дм^3 (2015 г.). По классификации О.А. Алекина (1970) такие значения минерализации соответствуют водоемам второй степени – с водой средней минерализации. По данному показателю также обнаружено снижение значений по направлению от верховья к плотине.

Таким образом, наблюдаемое уменьшение значений химических показателей в направлении от верховья водохранилища к плотине, позволяет

сделать вывод, что загрязнение р. Буй, привносящей воды в Кармановское водохранилище, вероятно, происходит в большей степени с промышленных, лесозаготовительных и других предприятий г. Янаул, а также с сельскохозяйственных объектов, пашен и полей. Все эти факторы, а также использование водохранилища для садкового выращивания промысловых видов рыб, в той или иной степени оказывают влияние на гидрохимию исследуемого водоема-охладителя. Следует также отметить, что как химический состав воды оказывает влияние на гидрофауну водоема-охладителя, так и садковое выращивание рыб влияет на гидрохимические показатели водохранилища. Поэтому полученные результаты имеют важное практическое значение для ведения рационального рыбного хозяйства на водоёмах-охладителях в целом, и для Кармановского водохранилища, в частности.

Литература

Алекин О.А. Основы гидрохимии.- Л.: Гидрометеоиздат, 1970.- 404 с.

Аршаница Н.М., Перевозников М.А. Токсикозы рыб с основами патологии. Справочная книга.- С-Пб.: ООО «ИРТ», 2006.- 178 с.

Валиева Г.Д. Современное экологическое состояние Кармановского водохранилища Республики Башкортостан // Сб. науч. тр. «Природа Симбирского Поволжья».- Ульяновск: ФГБОУ ВПО «УлГПУ им. И.Н.Ульянова, 2015.- вып.16.- С.21-24.

Гидрохимия и гидробиология водоемов-охладителей тепловых электростанций СССР. Киев, 1971. – 243 с.

Гончаренко Р.И., Капкаева Р.З., Миловидова Г.Ф. и др. Кормовая база и степень ее использования в водоемах-охладителях Кармановской и Заинской ГРЭС // V съезд Всесоюзного гидробиологического общества. Тезисы докладов.– Ч.2.– Куйбышев.– 1986.- С. 39-40.

Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов.- Петрозаводск, 2007.- 395 с.

Наумова А.М., Наумова А.Ю., Логинов Л.С. Влияние экологических факторов на эпизоотическое состояние рыбоводных хозяйств // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Континентальная аквакультура: Ответ вызовам времени» (Москва, ВВЦ, 21-22 января 2016 г.).- М.: ФГБНУ ВНИИР, 2016.- Т.1.- С.241-245.

Никаноров Ю.И. Влияние сбросных вод тепловых электростанций на ихтиофауну и рыбное хозяйство водоемов-охладителей // Сб. тр. «Биологический режим водоемов-охладителей ТЭЦ и влияние температуры на гидробионтов».- М.: «Наука», 1977.- С. 135-156.

Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение (Отв. исп. С.А. Соколова).- М.: ВНИРО, 2011.- 320 с.

Субботина Ю.М., Смирнова И.Р., Павлова Е.В., Бабурина Т.М., Абдуллаева А.М. Гидробиологические процессы самоочищения воды при антропогенном загрязнении водоемов // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Континентальная аквакультура: Ответ вызовам времени» (Москва, ВВЦ, 21-22 января 2016 г.).- М.: ФГБНУ ВНИИР, 2016.- Т.1.- С.283-288.

Шакирова Ф.М., Валиева Г.Д., Гвоздарева М.А., Истомина А.М., Крайнев Е.Ю., Харитонова О.В., Кузнецова Ю.В. Динамика качественных и количественных изменений гидробионтов и состояние экосистемы водохранилища под воздействием антропогенного фактора (на примере Кармановского водохранилища) // «Известия Самарского научного центра РАН», 2014.- Т.16, № 1.- С.198-213. (ВАК).

ABSTRACT. Considered and analyzed the results of research of hydrochemical indices of water Karmanovsky reservoir and their dynamics in the period from 2002 to 2015 and studied environmental factors influencing their change. The results are of practical importance for the conduct of rational fisheries in the reservoirs-coolers in general, and for Karmanovsky reservoir, in particular.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ФОСФОЛИПИДОВ ТКАНЕЙ АКВАКУЛЬТУРЫ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ *PARASALMO MYKISS* WALBAUM, 1792

О.Б. Васильева[1], М.А. Назарова[2], Н.Н. Немова[1]
[1]*Институт биологии КарНЦ РАН, Петрозаводск, vasil@krc.karelia.ru*
[2]*Вологодский государственный университет, Вологда*

Республика Карелия, благодаря своим уникальным географическим особенностям, а именно наличию большого количества глубоководных водоемов с чистой водой и оптимальным для жизнедеятельности холодолюбивых рыб температурным режимом, занимает первое место в России по объему культивирования лососевых (Рыжков, 2010). Успешное развитие данной отрасли зависит от многих факторов и одним из критериев рентабельности садкового рыбоводства является время, за которое форель достигает товарных размеров.

Скорость роста радужной форели во многом обуславливается соотношением жирных кислот (ЖК) в тканях рыб, поскольку они входят в состав мембранных компонентов и наряду с другими биологически активными веществами участвуют в регуляции метаболических процессов. Следует отметить, что качественное и количественное перераспределение ЖК в мышцах лососевых обуславливает вкусовые и полезные для потребителя свойства реализуемой продукции. Жирнокислотный состав тканей культивируемых рыб в первую очередь определяется соответствующим составом комбикормов, поскольку при достаточном поступлении данных соединений с кормами, их синтез *de novo* в организме лососевых значительно снижен (Brauge et al., 1995).

Радужная форель, выращиваемая в республике Карелия, относится к пресноводным видам, в организме которых возможны удлинение углеводородной цепочки (элонгация) и увеличение степени ненасыщенности (десатурация) жирных кислот (Henderson, Sargent, 1985). Степень данных модификаций во многом зависит от влияния экзогенных факторов: температурный и гидрологический режимы водоема, антропогенное влияние, гельминтная инвазия и другие; причем интенсивность элонгации и десатурации жирных кислот у рыб разного пола и возраста различна. В природных условиях следует учитывать комплексное воздействие экзогенных и эндогенных факторов, так смена сезонов включает влияние колебания температур, чередование периодов нагула и зимовки, периодизацию генеративного цикла у половозрелых особей и другое. Одной из приоритетных задач исследователя становится дифференцировка и выявление одного или нескольких факторов, оказывающих наиболее сильное влияние на метаболизм рыб. Несмотря на актуальность исследований по определению

доминирующего воздействия различных условий на жирнокислотный состав тканей рыб, работ по данной тематике в мировой литературе не достаточно. Исходя из вышеизложенного, цель данного исследования заключалась в определении степени влияния трофического и сезонного факторов на жирнокислотный состав мышц и печени радужной форели.

В течение годового цикла был проведен сравнительный анализ жирнокислотного состава фосфолипидов (ФЛ) мышц и внутреннего жира у радужной форели *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792), выращенной на комбикормах различного состава.

Исследование проводилось на базе неполносистемного форелевого хозяйства, расположенного в северной части Ладожского озера (61°42'15" с.ш., 31°0'27" в.д.) (Республика Карелия, Россия). Изучены три группы неполовозрелых самок радужной форели *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792) в возрасте 1+, не различающихся морфо-генетическими особенностями и культивированные в одинаковых условиях на разных комбикормах. В эксперименте применялись три вида коммерческих комбикормов (с одинаковыми кормовыми коэффициентами), наиболее часто используемые форелеводами северо-запада России. Рыб из одного садка, питающихся комбикормом №1, в марте разделили на две группы (№№ 1 и 2) и культивировали их на комбикормах №№ 1 и 2, соответственно. В конце июня форель группы № 2 случайным образом разделили на две группы (№№ 2 и 3), одну из которых – группу № 2 продолжили кормить комбикормом № 2, а вторую группу – № 3 перевели на корм другого производителя (комбикорм № 3). Рыб выращивали в близкорасположенных садках с целью нивелирования неконтролируемых факторов. В связи с длительным периодом исследования дважды провели смену фракции кормов, при этом, марка комбикорма осталась прежней. С марта по июнь форель кормили кормами фракции А, размер гранул составлял 3 мм в диаметре; 1 июля произошла замена корма на фракцию В (4,5 мм); и, после 1 сентября, рыб кормили комбикормами фракции С (6 мм).

Для анализа липидного состава кормов и тканей форели, пробы фиксировали смесью Фолча (хлороформ:метанол в соотношении 2:1, по объему). Фракционирование фосфолипидов осуществляли с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии. Подвижная фаза (элюент) состояла из смеси растворителей: ацетонитрил:гексан: метанол: фосфорная кислота (918:30:30:17,5 по объему). Для анализа жирнокислотного состава фосфолипидов комбикормов и тканей рыб, выделенные липиды подвергали прямому метилированию (Цыганов, 1971). Полученные метиловые эфиры жирных кислот разделяли на хроматографе «Кристалл 5000» («Хроматек», Йошкар-Ола). Идентификацию жирных кислот фосфолипидов проводили сопоставлением времени выхода пиков экспериментального образца и метчиков, а так же путем расчета эквивалента длины цепи и сравнением его с табличными данными (Jamieson, 1975), количественный анализ осуществляли при помощи компьютерной программы «Программа подсчета хроматограмм». Обработка хроматограмм проводилась с помощью компьютерной

программы «Мультихром-Аналитик, v. 1.5». Полученные данные обрабатывали общепринятыми статистическими методами (Елисеева, 2007). Исследования выполнены с использованием Центра коллективного пользования научным оборудованием ИБ КарНЦ РАН.

В ходе работы не обнаружено однозначно выраженной сезонной динамики жирных кислот в фосфолипидах внутреннего жира радужной форели. Значимые различия между группами №№ 1 и 2 в содержании ЖК фосфолипидов внутреннего жира выявлены лишь для 14:0, 20:1ω9, 22:1ω9, 20:2ω9, 20:3ω9, 18:2ω4, 18:2ω6 и 20:5ω3 кислот. Уровень данных кислот был выше у той группы рыб, которые питались кормом с большим их содержанием. Различия в жирнокислотном составе ФЛ между группами рыб №№ 2 и 3 были еще менее выражены. Показан более низкий уровень линолевой 18:2ω6 кислоты у группы рыб № 3 спустя 40 дней после перевода форели на корм с меньшим содержанием данной кислоты и больший уровень эйкозапентаеновой 20:5ω3 кислоты по истечении трех месяцев с момента расселения.

Содержание насыщенных ЖК фосфолипидов в мышцах радужной форели между тремя исследованными группами рыб значимо не различалось и практически не изменялось в течение всего периода исследования, лишь к ноябрю их уровень снизился. Концентрация мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК) и олеиновой 18:1ω9 кислоты (уровень которой превалировал среди МНЖК) в фосфолипидах мышц рыб группы № 1 была ниже, чем у группы № 2. Различие в уровнях гондоиновой 20:1ω9 и эруковой 22:1ω9 кислот между группами №№ 2 и 3 было достоверно уже спустя три декады после перевода части рыб на другой комбикорм. Доля ω3 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) фосфолипидов мышц форели во всех исследованных группах рыб была выше, чем ω6 ПНЖК, несмотря на то, что в корме № 2 преобладали ω6 ПНЖК. Жирнокислотный состав фосфолипидов зависел от состава корма в меньшей степени, чем триацилглицерины мышц (табл.1). Состав корма оказывал влияние только на уровень линолевой 18:2ω6, линоленовой 18:3ω3, арахидоновой 20:4ω6, эйкозапентаеновой 20:5ω3, докозапентаеновой 22:5ω3 и докозагексаеновой 22:6ω3 кислот в фосфолипидах мышц.

Установлена относительная стабильность жирнокислотного состава ФЛ при влиянии трофического фактора (табл. 2), которая, вероятно, имеет особое значение, поскольку ФЛ относятся к основным структурным компонентам клетки, и от соотношения ЖК в их составе зависит текучесть биомембран и активность мебрансвязанных ферментов (Wallaert, Babin, 1997; Tocher et al., 2008).

Таблица 1 – **Липидные компоненты тканей радужной форели *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792), содержание которых различалось в тканях рыб контрольной (группа № 2) и экспериментальной (группа № 3) групп рыб при смене корма**

Ткань	Период времени, за который зафиксированы достоверные различия в содержании липидных компонентов					Нет изменений
	10 дней	20 дней	30 дней	40 дней	60 дней	180 дней
Внутренний жир	н.и.	н.и.	ФЛ	18:2ω6 ФЛ 20:1ω9 ФЛ 22:1ω9 ФЛ	14:0 ФЛ	16:2ω4 ФЛ 16:3ω4 ФЛ 18:0 ФЛ 18:2ω6 ФЛ 18:3ω3 ФЛ 20:5 ω3 ФЛ
Мышцы	н.и.	н.и.	СФМ 22:6ω3 ФЛ	ФЛ ФИ 18:2ω6 ФЛ	18:0 ФЛ 20:1ω9 ФЛ 22:1ω9 ФЛ	16:1ω9 ФЛ 16:2ω4 ФЛ 16:3ω4 ФЛ

Примечание: н.и. – нет изменений

Таблица 2 – **Оценка степени влияния факторов (сезонного и трофического) на некоторые липидные показатели радужной форели *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792)**

	Внутренний жир		Мышцы	
	Корм	Сезон	Корм	Сезон
Фосфатидилхолин	н.о.	н.о.	-	72,1
Фосфатидилэтаноламин	н.о.	н.о.	4,3	71,7
Фосфатидилинозитол	н.о.	н.о.	9,6	
Фосфатидилсерин	н.о.	н.о.	-	27,1
Сфингомиелин	н.о.	н.о.	15,4	28,3
Жирные кислоты фосфолипидов				
НЖК	-	10,8	-	8,9
МНЖК	-	35,6	3,4	10,3
ω3 ПНЖК	-	41,3	8,5	8,8
ω6 ПНЖК	-	25,2	6,5	11,5
ПНЖК	-	16,7	9,1	6,9

Примечание: в таблице приведены данные, значимые при $p<0,05$; н.о. – не определяли

Выявлены тканеспецифические особенности распределения жирных кислот в фосфолипидах внутреннего жира и мышц радужной форели. В отличие от внутреннего жира уровень ряда жирных кислот ФЛ в мышцах (в основном эссенциальных) определялся долей данных кислот в ОЛ корма. Вероятно, в состав ФЛ мышц включаются ПНЖК из корма, которые при необходимости используются для построения клеточных мембран. Тканеспецифичность в распределении жирных кислот ФЛ подтверждается тем, что при переводе рыб на другой корм

жирнокислотный состав фосфолипидов внутреннего жира форели контрольной и экспериментальной групп достоверно не различался в течение всего периода исследования. В то время как значимые отличия в уровне эссенциальных ЖК фосфолипидов мышц у сравниваемых групп установлены через 40 дней после начала эксперимента и сохранялись до конца исследования (таблица 1). Таким образом, депонирующая функция мышц заключается в накоплении ЖК, используемых не только для энергетического обмена, но и для пластического.

Работа выполнялась в рамках государственного задания № 0221-2014-0003, при финансовой поддержке проекта № 0221-2015-0003.

Литература

Елисеева И.И. Статистика. М.: Высшее образование. 2007. 566 с.

Рыжков Л.П. Садковая аквакультура – перспективы и пути развития / Садковое рыбоводство. Состояние и проблемы развития: Материалы международной конференции, 11-13 октября 2010 г. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2010. С. 3–7.

Цыганов Э.П. Метод прямого метилирования липидов после ТСХ без элюирования с силикагеля // Лабораторное дело. 1971. № 8. С. 490-493.

Brauge, C. Effects of dietary levels of carbohydrate and lipid on glucose oxidation and lipogenesis from glucose in rainbow trout, Oncorhynchus mykiss, reared in freshwater or in seawater / C. Brauge, G. Corraze, F. Medale. // Comp. Biochem Physiol. – 1995. V. 111A. P. 117–124.

Henderson R.J. Fatty acid metabolism in fish / R.J. Henderson, J. R. Sargent // Nutrition and Feeding in Fish. (Cowey, C. B., A. M. Mackie, and J. G. Bell, Eds.). London, England: Academic Press – 1985. P. 349–364

Jamieson G.R. GLS–identification techniques for longchain unsaturated fatty acids // J. Chromatogr.Sci. 1975. V. 13, N 10. P.491–497.

Tocher D.R., Bendiksen E.Å., Campbell P.J., Bell J.G. The role of phospholipids in nutrition and metabolism of teleost fish // Aquaculture. 2008. V. 280. P. 21–34.

Wallaert C., Babin P.J. Circannual variation in the fatty acid composition of high-density lipoprotein phospholipids during acclimatization in trout // Biochim Biophys Acta. 1993. V. 1210. № 2. P. 3–29.

ABSTRACT. Comparative analysis of the fatty acid composition of phospholipids was held in muscles and visceral fat of trout *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792), grown on a compound feed of different composition during the annual cycle. Tissue-specific features of the distribution of fatty acids phospholipids in muscle and internal fat of fish were revealed. Level of fatty acids phospholipids in the muscle (mainly essential) was depended on dietary lipids unlike of internal fat.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА УДМУРТИИ

В.И. Ветчанин, Ф.М. Шакирова
Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Казань, shakirovafm@gmail.com

Практически все водоемы Удмуртской республики относятся к категории рыбохозяйственных. Гидрографическая сеть республики привязана к бассейнам рек Кама, Вятка, Чепца, Иж, Вала, Нылга, Лоза и многочисленных притоков. Русла рек имеют небольшой уклон и характеризуются спокойным течением (Широбоков, 1969). Гидрографическая характеристика рек региона представлена в таблице 1.

Таблица 1 - **Характеристика рек Удмуртии**

Градация рек	Длина рек (км)	Кол-во	% от общего количества рек	Общая длина рек (км)	% от общей длины рек
Мельчайшие	Менее 10	8551	95,80	11375	56,0
Самые малые	10-25	281	3,15	4112	20,0
Малые	26-100	78	0,87	2913	14,0
Средние	101-500	12	0,13	1361	7,0
Большие	Более 500	3	0,05	592	3,0
Итого	-	8925	100,0	20353	100,0

Воды рек республики относятся к гидрокарбонатному классу, минерализация составляет 200-500 мг/л. Мутность речных вод колеблется в пределах 100-250 г/м^3, но в период половодья может достигать 500 г/м^3.

Помимо развитой речной сети в Удмуртии имеются водохранилища, характеристики которых представлены в таблице 2.

Таблица 2 - **Характеристики водохранилищ Удмуртии**

Название	Площадь, га	Длина, км	Максимальная ширина, км	Глубина, м	
				Преобладающая	Максимальная
Ижевское	2180	12,3	2,2	2,0-3,0	9,0
Воткинское	1880	12,0	2,4	2,5-4,0	10,0
Камбарское	410	4,6	1,3	2,0-2,5	6,5
Пудемское	340	3,5	1,9	1,5-2,5	6,0

Удмуртии принадлежит часть Воткинского и Нижнекамского водохранилищ, расположенных на р. Кама.

Воткинское водохранилище построено и залито в течение 1961-1964 гг. Площадь его при НПУ составляет 112,2 тыс. га при максимальной длине 365 км, ширине 10,0 км и глубине 28,0 м. Протяженность береговой линии в пределах Удмуртии достигает 59 км (Исаев, Карпова, 1989).

Нижнекамское водохранилище создано в 1979 году в долине р. Кама путем перекрытия реки дамбой Нижнекамской ГЭС и заполнено до промежуточной отметки в 62,0 м по БС. Площадь водохранилища при НПУ составляет 258,0 тыс. га, максимальная глубина 25,0 м, максимальная ширина 20 км. Протяженность береговой линии в пределах Удмуртии составляет 747 км (Исаев, Карпова, 1989).

Сложившаяся схема рельефа местности, гидрография и климатические условия региона привели к формированию современной типичной для своего региона ихтиофауны, которая включает одного представителя круглоротых и более 50 видов рыб, относящихся к 9 отрядам. В Красную книгу Удмуртской республики занесены 12 видов рыб.

Промышленное рыболовство

Рыбные ресурсы республики в настоящее время осваиваются весьма неэффективно. Рыбный промысел на Нижнекамском водохранилище осуществлял ГУП «Каракулинский рыбхоз «Прикамье», а на Воткинском ООО «Воткинский рыбхоз» (г. Воткинск) и ООО «Рыбхоз» (г. Чайковский). С введением лицензирования на водохранилищах помимо вышеназванных пользователей было создано множество не обремененных никакими обязательствами рыбодобывающих подразделений, которые вели рыбный промысел под эгидой производственного кооперативно-государственного объединения (ПКГО) «Удмуртрыбхоз».

Максимальный объем добытых промысловиками ВБР на водоемах республики отмечен в 2004 и 2012 годах и составил 165,9 т и 230,7 т, соответственно. В последнее пятилетие ПКГО «Удмуртрыбхоз» перестал существовать, что привело к спаду рыбного промысла в республике и его развалу. Так, например, если в 2014 году промыслом ВБР в границах Удмуртской республики еще занимались 4 пользователя: ГУП Каракулинский рыбхоз «Прикамье», ООО «Рыбхоз» (г. Чайковский), ООО «Воткинский рыбхоз» (г. Воткинск) и ИП «Дюкин», то уже в 2015 году официальный промысел вел лишь ООО «Воткинский рыбхоз» (г. Воткинск).

По данным любезно предоставленным Отделом по УР Камско-Уральского филиала ФГБУ «Мосрыбвод» (далее Отдел по УР) освоение промышленных квот на добычу ВБР в водоемах Удмуртской республики в 2013-2014 годах было крайне низким (табл. 3).

Таблица 3 - **Освоение промышленных квот на добычу ВБР в Удмуртской республике (т)**

Виды	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	квота/ вылов, т	**% освоения**	**квота/ вылов, т**	**% освоения**	**квота/ вылов, т**	**% освоения**
Стерлядь	2.18/0.36	16,57	1.81/0.22	12.26	0.36/0.30	83.3
Судак	28.30/8.95	31.62	29.50/7.32	24.81	7.70/5.67	73.72
Щука	19,18/5.64	29.42	17.90/3.38	18.31	4.53/2.83	62.47
Лещ	82.95/38.10	45.94	82.43/29,47	35.74	38.93/31.15	80.02
Жерех	4,50/1,77	39,22	3.70/1,00	27,02	2,00/1,60	80,0
Сом	2.65/2,02	76,38	2,65/1,21	45,66	0,85/0.74	87,25
Язь	6,50/2,18	33,54	5,90/2,05	34,86	3.00/2,44	81,33
Налим	1,80/0,80	44,61	1,70/0,06	3,52	0,3/0,15	50,0
Берш	3.20/0,66	20,47	3.20/0,09	3,09	0,2/0,00	0,00
Всего крупный частик	**151,26/60,48**	**39,98**	**148.79/44.80**	**30.10**	**57.87/44,88**	**77,55**
Плотва	68.50/9.64	14,07	76.00/8.41	11.07	15,00/11.84	78.93
Карась	3.80/0.43	11,32	3.80/0,59	15,52	0.80/0,45	55,87
Чехонь	10,80/8,74	80,93	19.76/4,88	24.72	11,00/8.89	80,82
Синец	9,80/1,25	12,78	8.80/0,20	2,37	0,50/0.00	0,00
Окунь	12,50/5,55	44,39	12.90/4,91	38,08	4,00/3,25	81.25
Густера	78,15/7,65	9.79	76,10/2.37	3,12	5,00/3,05	61.00
Красноперка	0.90/0.54	59,67	1,40/0,09	23.50	0,70/0.10	14,28
Белоглазка	1,90/0,06	3,16	1,80/0,00	0,00	0,00/0,00	0,00
Линь	2,00/0,39	19,45	2,00/0,02	1.00	0,50/0,20	40,00
Уклейка	2,000,49	24,60	2,00/0,47	23,50	1,50/0,81	54,00
Всего мелкий частик	**190,35/34.74**	**18,25**	**204,57/21,94**	**10,72**	**39,00/28,59**	**73,30**
ИТОГО	**341,61/95,22**	**27,87**	**353,36/66,74**	**18,89**	**96,87/73,47**	**75,84**

Из данных таблицы следует, что в 2013 году квоты по добыче ВБР более чем на 50% были освоены лишь по сому (76,38%), чехони (80,93%) и красноперке (59,67%) (Анохина и др., 2014). В 2014 году квоты не были освоены даже на 50% по всем видам ВБР. В 2015 году в связи со снижением числа пользователей до минимума (один пользователь - ООО «Воткинский рыбхоз») квоты на вылов ВБР были значительно снижены, что и способствовало их освоению более чем на 50% практически по всем видам, за исключением красноперки (14,28%) и линя (40,0%).

Однако в этот период отмечено абсолютное отсутствие в уловах синца и белоглазки.

Таким образом, следует отметить, что в последние три года среди крупного частика относительно высокие показатели уловов зарегистрированы для судака на уровне 5,6-9,0 т и щуки 2,8-5,6 т, а среди мелкого частика плотвы 8,4-11,8 т, чехони 4,8-8,8 т, густеры 2,4-7,7 т и окуня 3,2-5,5 т.

Любительское рыболовство

Население Удмуртской республики составляет 1,52 млн. человек, из них 1,04 млн. - жители городов и 0,49 млн. - жители сел. Трудоспособное городское население насчитывает 0,668 млн. человек, сельское - 0,308 млн. Согласно опросам, проводимым ихтиологической службой Отдела по УР, активным любительским рыболовством в городе занимается каждый десятый житель с выездом на водоемы 12 раз в год, в селе - каждый третий с выходом на водоемы до 35 раз в год. Принимая во внимание, что рыбалка привлекает, главным образом, мужской пол, а на начало 2015 года в Удмуртии проживало 0,698 млн. мужчин составляющих 46% от общей численности населения и, исходя из этого, можно предполагать, что любительским рыболовством в республике занимаются ориентировочно 0,026 млн. чел. городского населения и 0,041 млн. чел. сельского. В результате многоразового мониторинга ихтиологической службой Отдела по УР была рассчитана цифра среднего вылова рыбака-любителя, составившая 0,42 кг/год. Опираясь на эти данные, получен ориентировочный годовой вылов, составивший для рыболовов-любителей городского населения 0,131 млн. кг и сельского - 0,602 млн. кг.

Наиболее полные данные составлены для водоемов активно посещаемых рыбаками-любителями, в частности, Ижевского городского водохранилища и части р. Камы в административных границах Завьяловского района, близко расположенной к Ижевску - самому крупному городу в котором проживает практически каждый второй житель республики (табл. 4).

Таблица 4 - **Характеристика любительского рыболовства в Удмуртской республике в 2014 г.**

Район лова	Сезон года	Число рыбаков – любителей, чел	Улов, т	Средний улов рыбака, кг
Ижевское городское водохранилище	Зима	3300/3400	0,73	0,1-1,0 (0,22)
	Весна	1400/1900	0,25	0,1-3,0 (0,25)
	Лето	680/790	0,11	0,1-0,5 (0,15)
	Осень	520/620	0,07	0,05-0.4 (0.12)
р. Кама в границах Завьяловского района	Зима	600/700	0,08-1,0	0,05-4,0 (0,14)
	Весна	800/1000	0.1-0,2	0,1-6.0 (0,2)
	Лето	1500/2000	0,3-0,4	0,1-3.0 (0,2)
	Осень	700/800	0,15-0,25	0,1-2.0 (0,3)

Примечание: над чертой - минимальное число, под чертой - максимальное число; в скобках - улов в среднем.

Видовой состав уловов на исследуемых водоемах в разные сезоны года представлен в таблице 5.

Таблица 5 - **Видовой состав уловов (% по биомассе) неорганизованных рыбаков–любителей на Ижевском городском водохранилище и участке р. Кама в границах Завьяловского района в 2014 г.**

Вид	Зима	Весна	Лето	Осень
Ижевское городское водохранилище				
Окунь	38,0	16,0	14.0	15,0
Ерш	26,0	9,0	11,0	6,0
Лещ	-	-	13,0	12,0
Плотва	31,0	23,0	35,0	29,0
Уклейка	-	51,0	25,0	31,0
Прочие	5,0	1.0	2,0	7,0
Итого	100.0	100,0	100,0	100,0
р. Кама в границах Завьяловского района				
Лещ	-	6,0	39,0	35,0
Плотва	29.0	11.0	14,0	15,0
Окунь	41,0	19,0	11,0	14,0
Чехонь	-	50,0	19,0	-
Ерш	10,0	1,0	4,0	7,0
Прочие	20,0	13.0	13,0	29,0
Итого	100.0	100,0	100,0	100,0

На Ижевском городском водохранилище доминирующими видами в зимний и весенний периоды были мелкий окунь, плотва, уклейка, ёрш, а в летне-осенний период, кроме названных видов, мелкий и тугорослый лещ. Размер рыб колебался в пределах 8-18 см, а масса от 7 до 125 г.

На участке р. Кама в пределах Завьяловского района в зимний период в уловах доминировали окунь и плотва, в весенний - чехонь, а летом и осенью – лещ. В категорию «прочие» входили язь, жерех, щука, густера, елец, судак, налим и голавль.

На Нижнекамском водохранилище наиболее массовые скопления рыбаков – любителей всегда образуются в пределах Каракулинского района. На зимнюю рыбалку в выходные дни в этот район устремляются сотни рыбаков-любителей подледного лова со всех районов Удмуртии, частично из Татарстана, Башкортостана и Пермского края. Установить точное количество рыбаков-любителей и их фактические уловы возможно лишь с помощью современных средств мониторинга, в частности, фиксации количества рыбаков посредством беспилотных летательных аппаратов, в сочетании с методом экспресс-опроса о количественном и качественном составе уловов с использованием мобильных снегоходов. Такая ситуация на Нижнекамском водохранилище возникает и в другие сезоны года, особенно в летний период и в начале осени, при массовом лове леща. В связи

с ликвидацией ГУП «Каракулинский рыбхоз Прикамье» в настоящее время ранее принадлежащие ему основные рыбопромысловые участки полностью отданы для любительского рыболовства.

Аквакультура

В последние годы развитию пресноводной аквакультуры в России стало уделяться серьезное внимание со стороны как федеральных, так и региональных органов исполнительной власти (ФЗ Об аквакультуре от 02.07.2013г №148-ФЗ; Постановление Правительства о государственной программе развития рыбохозяйственного комплекса от 15.04.2013 г. №314). Именно товарное выращивание ценных видов рыб в России должно являться основным направлением развития рыбного хозяйства во внутренних водоемах страны.

На текущий момент аквакультура в Удмуртской республике преимущественно базируется на выращивании товарной рыбы в прудах специализированного государственного унитарного предприятия (СГУП) рыбхоза «Пихтовка» и полного товарищеского фермерского хозяйства (ПТФХ) «Ильинка».

СГУП «Пихтовка» - полносистемное хозяйство, состоящее из 47 прудов, общей площадью 598 га. Хозяйство характеризуется высокими результатами по выращиванию карпа в первой зоне рыбоводства. Так, например, в 2012 году в этом хозяйстве выращено и реализовано 1237 тонн карпа. Помимо товарной рыбы оно успешно реализует рыбопосадочный материал высокого качества (свыше 5 млн. шт. жизнеспособных личинок) по всей республике и за ее пределы.

ПТФХ «Ильинка» - спортивно-любительское культурное рыбное хозяйство (КРХ) - полносистемное хозяйство, состоящее из 7 прудов общей площадью 40 га. Выращивает и реализует ежегодно 12-15 тонн карпа и растительноядных рыб.

В республике активизируется создание рыбоводных крестьянских хозяйств. Так, например, крестьянское хозяйство «Рыбовод» Вавожского района располагает комплексом из 5 рыбоводных прудов общей площадью 21 га, построенных с учетом требований рыбоводства. Здесь получают товарного карпа и собственный рыбопосадочный материал. Хозяйства подобного типа возникли также в Селтинском, Завьяловском и Каракулинском районах республики.

Большим резервом прудового рыбоводства является восстановление рыбоводной деятельности на Граховском конном заводе. Имеющиеся в наличии головной и нагульные пруды, могли бы стать основой для возрождения товарного рыбоводства в этом хозяйстве.

По заказу производственного кооперативно-государственного объединения Удмуртской Республики (ПКГО УР) «Удмуртрыбхоз» разработана проектно-сметная документация на строительство полносистемного рыбоводного хозяйства «Арлеть» мощностью 470 т товарной рыбы в Селтинском районе. Однако в настоящее время финансирование проекта прекращено.

Помимо прудового рыбоводства в республике успешно функционировали предприятия, имеющие в своем составе рыбоводные установки с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ).

ООО «Рыбоводный модуль» на базе Ижевского завода «Буммаш» был образован в конце 80-х годов прошлого столетия. Рыбоводное хозяйство специализировалось на выращивании товарного осетра на привозном рыбопосадочном материале, использовало подогретую воду от заводской ТЭЦ и кислород заводской кислородной станции. Мощность хозяйства достигало 20 тонн товарного осетра. В настоящее время в результате неоднократной смены собственников завода хозяйство признано нерентабельным и в 2015 году его закрыли.

ООО «Абсолют» - рыбоводное хозяйство в составе одноименного ижевского завода. Образовано в 2010 году и специализировалось на выращивании товарной форели и клариевого сома. В небольших масштабах осуществляли инкубацию икры радужной форели, полученную извне и реализацию подрощенной молоди. Ввиду небольших объемов производства, больших затрат на подогрев воды, закупку жидкого кислорода и кормов продукция имела высокую себестоимость, поэтому хозяйство в последние годы находилось на грани банкротства. В 2016 году началась распродажа оборудования, и хозяйство полностью прекратило свое существование.

УЗВ в составе МУП г. Сарапула «Сарапульский водоканал» создано в 1991 году на базе устаревшего контактного осветлителя воды. В ходе эксплуатации выращивали карпа, осетровых, в настоящее время специализируется на выращивании радужной форели. В своем составе имела кислородную станцию АКДС-80 детандерного типа мощностью 80 $м^3O_2$/ час и 2 автореципиента кислорода с объемом хранения 1400 $м^3$. Подогрев воды осуществлялся от паросилового хозяйства, находящегося рядом с предприятием. Проектная мощность хозяйства – 25 тонн товарной рыбы (Ветчанин и др., 2003). В связи с финансовыми трудностями предприятие лишилось кислородного оборудования, и прекратились поставки теплоносителя. В настоящее время на УЗВ в небольших объемах выращивается радужная форель и осетровые, осуществляется инкубация икры, получаемая из ФГУП «Племенной форелеводческий завод Адлер» и реализуется для фермерских хозяйств республики подрощенная молодь радужной форели.

Помимо названных УЗВ перспективы для развития имело рыбоводное хозяйство в районе нижнего бьефа Воткинской ГЭС. В составе этого хозяйства планировалось в больших объемах садковое выращивание форели, выращивание в УЗВ осетровых и икорное производство. По ряду причин объективного и субъективного характера данное хозяйство функционировало непродолжительное время и в 2015 году полностью прекратило свое существование.

В настоящее время искусственное воспроизводство рыбных запасов в республике практически не осуществляется. По запросам населения на зарыбление преимущественно частных прудов реализуются небольшие объемы

проинкубированной икры и подращенной молоди форели, осуществляемые на УЗВ «Абсолют» и МУП г. Сарапула «Сарапульский водоканал», а также молодь карпа из СГУП «Рыбхоз Пихтовка». Имеет место крайне редкий выпуск в водоемы республики рыбопосадочного материала (карп, щука), в качестве компенсационного мероприятия от ущерба наносимого ВБР в результате хозяйственной деятельности субъектов на данных акваториях. Между тем более десяти лет Татарским отделением ГосНИОРХ проводятся исследования в нерестовый период на основном рыбопромысловом водоеме республики - Центральном плесе Нижнекамского водохранилища. Полученные результаты указывают на острую необходимость проведения работ по воспроизводству ВБР в водоёмах Удмуртии и в первую очередь, хищных видов рыб. Данные исследований представлены в таблице 6.

Из представленных в таблице данных следует, что в составе крупного частика основным промысловым видом водохранилища является лещ. Встречаемость его в исследовательских уловах весеннего периода по усредненным многолетним данным составила 12,7%, по данным 2015 года 11,6%. Полученные показатели практически близки между собой и совпадают с таковыми 2003 и 2011 годов.

Доля щуки за весь период наблюдений была стабильно низкой и редко превышала 1% от вылова всех рыб, за исключением начала 2000-х годов, когда ее доля была выше и колебалась в пределах 2,1-3,7%. Последовательное снижение доли щуки в исследовательских уловах коррелирует с ее промысловыми уловами в данном регионе. Возможно, это связано с интенсификацией неучтенного лова рыбаками-любителями в зимний период, а поздней осенью браконьерским ловом.

Следует отметить значительные колебания численности в годы исследований в составе мелкого частика, включающего плотву, густеру, красноперку, чехонь и синца (табл. 6). На наш взгляд это объясняется наблюдениями на разных участках Центрального плеса водохранилища, имеющих несколько отличающиеся друг от друга биотопы. Однако усредненные цифры за ряд лет предполагают их истинное соотношение в водоеме.

Встречаемость в исследовательских уловах рыб семейства окуневых заметно низка. Лишь окунь в уловах отмечается чаще других. Его доля по численности в последние три года колебалась от 4,5 до 5,6% и практически не отличалась от среднемноголетнего показателя, составляющего 4,3%. Численность судака за все годы исследований в нерестовом стаде не превышала 2% при среднегодовом показателе в 0,9%. Доля берша, за исключением высокого показателя в 2008 году (7,4%) и аномально низкого в 2007 году (0,1%), колебалась на уровне 1,8% - 3,2%, при среднемноголетнем показателе в 2,3%. Доля жереха в уловах последних лет несколько увеличилась и достигла 3,0-3,2%, однако среднемноголетний показатель его встречаемости не превышал 1%.

В категорию «прочих» рыб отнесены линь, карась, стерлядь, подуст и сом. Данные по карасю и линю не отражают их истинного состояния в водоеме, а описать его невозможно из-за недостатка материала, так как наши исследования

за их нерестом заканчиваются в начале июня, когда эти рыбы только начинают размножаться.

Подходы стерляди из Верхнего плеса к местам нагула в Центральном плесе Нижнекамского водохранилища наблюдаются лишь с конца мая, поэтому данные по этому виду не нашли отражение в таблице. Подуст встречается эпизодически и преимущественно близ устья р. Белой, поэтому в отдельные годы его вообще не регистрировали в районе наших исследований. В последнее пятилетие отмечается встречаемость в уловах сома и среди рыбаков – любителей, так как существуют специфические способы его лова с использованием крючковой снасти.

Анализ видового состава рыб Центрального плеса Нижнекамского водохранилища выявил весьма низкую встречаемость в научно-исследовательских уловах хищников, включающих щуку, судака и жереха. Их общая численность составляет лишь 3,2% (табл. 6), хотя по рекомендациям ряда научно-исследовательских учреждений доля этих хищников в водоемах Европейской части страны должна достигать не менее 10% от численности всех видов рыб в водоеме (Щукин, 2013). Крайне недостаточно представлены в уловах зооэврифаги, к числу которых следует отнести, в первую очередь окуня и берша - общая доля которых в уловах составляет лишь 6,6%. Тревожным фактом следует считать практически полное отсутствие в исследовательских уловах единственного представителя осетровых в регионе-стерляди.

Ситуация сложившаяся в бассейне рек Кама и Волга в целом, свидетельствует о неуклонном снижении запасов стерляди и в скором времени возникнет необходимость ставить вопрос не о лове ее в промышленных масштабах, а о сохранении вида. Промышленная добыча нерудных материалов, дноуглубительные работы в русле, общий фон загрязнения реки приводят к исчезновению главных нерестилищ стерляди. Немалый урон ее запасам приносит незаконный неучтенный вылов, особенно в нижних бьефах Воткинской и Нижнекамской ГЭС.

В Удмуртской республике предпринимались попытки восстановления популяции камской стерляди. Так, например, в 1994 году Татарским отделением ГосНИОРХ было подготовлено РБО по строительству Сарапульского стерляжьего рыбопитомника мощностью на первой очереди 0,8 млн. экз. пятиграммовой молоди. В сентябре 1996 года был осуществлен отвод земельного участка на камском острове Зеленый в черте г. Сарапул с уже имеющейся определенной инфраструктурой (ЛЭП, трансформаторные подстанции, жилые помещения, причалы, хозпостройки) на базе морально устаревших водозаборных сооружений городского водопровода. Строительство Сарапульского стерляжьего рыбопитомника было включено в Федеральную Целевую Программу социально-экономического развития Удмуртской республики на 1997-2000 гг. со сметной стоимостью в 5,2 млрд. руб. в ценах того периода времени. В 1997 году институтом «Каспрыбпроект» (г. Астрахань) были начаты работы по проектированию рыбопитомника с выездом проектировщиков на отведенный участок для строительства.

Таблица 6 **-Видовой состав (в % по численности с 01.05 по 10.06) нерестового стада промысловых рыб Центрального плеса Нижнекамского водохранилища в 2001-2015 гг.**

Виды	Годы												Усредненные За все годы исследования
	2001[а]	2002[а]	2003[б]	2004[в]	2005[в]	2007[г]	2008[г]	2011[в]	2012[в]	2013[в]	2014[в]	2015[в]	
Лещ	14,9	12,6	11,6	18,0	12,2	12,9	12,5	11,5	11,8	10,6	12,2	11,6	12,7
Щука	3,1	3,7	2,1	1,3	1,3	0,8	1,4	0,2	0,5	0,9	1,1	0,7	1,4
Плотва	9,8	29,0	10,7	7,3	17,4	37,3	6,9	12,6	15,2	15,4	10,6	10,9	14,9
Густера	32,7	15,1	36,6	16,3	17,0	16,8	45,0	30,3	22,9	37,0	25,5	26,9	26,2
Красноперка	25,9	14,8	-	13,4	9,6	22,5	9,1	11,5	12,1	6,7	6,7	9,8	12,6
Чехонь	3,2	12,0	-	13,1	16,0	2,9	1,7	20,6	15,3	3,6	2,1	5,2	8,7
Синец	1,6	0,6	34,0	12,7	6,0	0,6	7,1	4,7	4,9	6,6	12,6	8,9	8,0
Белоглазка	0,2	0,4	-	9,3	3,8	-	0,2	2,5	3,8	5,7	11,5	3,8	4,0
Окунь	4,5	7,8	1,1	2,1	8,4	3,6	3,9	1,9	4,5	5,2	4,5	5,6	4,3
Судак	0,4	0,4	-	1,6	0,8	-	2,0	0,3	0,9	0,7	1,7	1,2	0,9
Берш	1,8	1,7	-	1,7	2,9	0,1	7,4	0,5	1,6	3,2	2,0	3,1	2,3
Жерех	0,4	0,5	-	0,2	0,3	0,5	0,9	0,4	0,6	0,4	3,2	3,0	0,9
Язь	1,1	0,6	3,2	2,4	2,9	1,2	1,0	0,3	1,7	0,4	1,0	2,2	1,3
Поччие	0,6	0,8	0,7	0,6	1,4	0,8	1,0	2,7	4,2	3,6	5,3	7,2	1,8

Примечание: Место работы КНП: а - д.Зуевы Ключи; б - с. Каракулино; в - д.Усть-Бельск; г - о. Телеговский

Однако перечисленные из центра в адрес Минсельхоза УР денежные средства не были освоены, ввиду их нецелевого использования и работы по строительству питомника были прекращены.

По нашему мнению приоритетным направлением развития рыбного хозяйства Удмуртской республики на ближайшую перспективу должно быть осуществление целого ряда мероприятий, в том числе:

- расширение работ по искусственному воспроизводству рыбных запасов и наращивание объемов производства рыбопосадочного материала ценных видов рыб для зарыбления естественных водоемов, особенно водохранилищ, имеющих устойчивую кормовую базу;

- в полной мере использовать имеющиеся воспроизводственные мощности прудовых и индустриальных хозяйств; использовать для финансирования этих работ кроме бюджетных средств РФ и собственные средства предприятий, компенсационные и штрафные суммы, выплачиваемые за причинение ущерба рыбному хозяйству при добыче ПГС, загрязнении рыбохозяйственных водоемов, строительстве различных объектов, изменяющих состояние водоемов на территории Удмуртии;

-интенсивнее использовать для товарного рыбоводства водоемы комплексного назначения, создавать и развивать рыбоводные фермерские и крестьянские хозяйства на базе мелких озер и отдельных прудов;

- вовлекать в рыбный промысел неиспользуемые водоемы, в частности, крупные городские водохранилища гг. Ижевск, Воткинск, Камбарка и др. путем специализированного мелиоративного облова в течение 1-2 лет тугорослого леща и мелкого частика и последующего зарыбления их ценными видами (щука, судак, лещ, сазан, растительноядные);

- для обеспечения высокой и устойчивой рыбопродуктивности водоемов осуществлять рыбохозяйственную мелиорацию, включающую улучшение состояния естественных нерестилищ, пути миграций рыб, спасение молоди, установки РЗУ и др., а также расширять масштабы установки искусственных нерестилищ для эффективного естественного воспроизводства преобладающих фитофильных видов рыб;

- развитие пастбищного выращивания и промысла растительноядных рыб в естественных водоемах и водохранилищах, получение дополнительной товарной продукции за счет использования естественных кормовых ресурсов озер и водохранилищ; создание озерных товарных хозяйств по выращиванию растительноядных и сиговых видов рыб;

- создать современную рыбодобывающую структуру на основных рыбопромысловых участках Нижнекамского и Воткинского водохранилищ с внедрением передовых методов и средств лова рыбы, включающих переход от пассивного сетного промысла к активному (неводной и траловый лов);

- дальнейшее проведение НИР на водоемах республики по изучению биологических показателей и состояния популяций основных промысловых и особо

охраняемых видов рыб, определение их промысловых запасов, объемов допустимого вылова и прогнозов добычи с разработкой рекомендаций по регулированию рыболовства на всех водоемах Удмуртии.

В этой связи предлагается создание Республиканской Программы развития рыбного хозяйства Удмуртии с привлечением к ее разработке всех заинтересованных ведомств и общественных организаций республики.

Литература

Анохина О.К., Говорков В.И., Ветчанин В.И, Говоркова Л.К. Промысловые уловы и состояние запасов водных биоресурсов Нижнекамского водохранилища // Матлы Междунар. науч. конф. «Рыбохозяйственные водоёмы России: фундаментальные и прикладные исследования». СПб, 2014. С.134-140.

Ветчанин В.И., Шахтыров А.В., Мосичкин А.Н. Индустриальное рыбоводство Удмуртии. В кн: «Современное состояние рыбоводства на Урале. Екатеринбург, 2003. С. 204-205.

Исаев А.И., Карпова Е.И. Рыбное хозяйство водохранилищ. М.: Агропромиздат, 1989. – 255 с.

Государственная программа Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса», утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 года № 314

ФЗ. Об аквакультуре (рыбоводство) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ № 148-ФЗ от 02.07.2013 г.

Широбоков С.И. Удмуртская АССР. Экономико-географический очерк. Изд. «Удмуртия». Ижевск, 1969, 325 с.

Щукин Г.П. Рекомендации по вселению ценных видов рыб в Куйбышевское водохранилище //Сб. науч. тр. Тат. отд. Вып. 13 /Гидробиологические и ихтиологические исследования водоёмов Среднего Поволжья. СПб, 2013. С. 177-196.

ABSTRACT. The article provides a brief description of the reservoirs of the Udmurt Republic. It describes the current state of industrial, recreational fishing and aquaculture. Based on the analysis we proposed a number of measures for the development of fisheries of the Udmurt Republic in the near future.

ПИТАНИЕ И РОСТ МОЛОДИ СУДАКА НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А.М. Визер, М.А. Дорогин
Новосибирский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», sibribniiproekt@mail.ru

Судак относится к акклиматизантам Обского бассейна. Его вселение связано с образованием Новосибирского водохранилища в 1957 г. Целью вселения было улучшение видового состава ихтиофауны и подавление численности малоценных рыб. С 1972 г. по настоящее время судак является самой многочисленной хищной рыбой в водоеме и в большинстве случаев завершает пищевые цепи водоема. В водохранилище судак дает не только высокоценную продукцию, но вовлекает в хозяйственный оборот мелкочастиковые виды, не охватываемые промыслом, ориентированный на вылов крупного частика. Однако с начала 1990-х годов численность и уловы судака после максимума в 224 т начинают снижаться. В 2012-2015 годах общий вылов судака составлял всего 11,3 16 т, а доля в уловах сократилось с 20,3-24,4% до 1,5-2,5%. Снижается численность пополнения промыслового стада, выживаемость и темп роста отдельных поколений которого определяется условиями нагула. Поэтому изучение питания молоди судака особенно в первые годы жизни, имеет большое значение.

В период вселения судака в водохранилище наблюдались высокая биомасса зоопланктона, и многочисленные скопления разновозрастной молоди ерша, окуня и плотвы. Это обеспечивало хороший рост и переход к хищничеству уже на первом году жизни. Судак в течение первого года жизни достигал длины 15,7 см и массы 57 г. Размеры тела двухлетков составляли 23,6-39,8 см. Ускоренный темп роста позволял достигать половой зрелости уже в 3 года при массе 900 г и длине 40 см (Феоктистов, 1973).

В последующие годы по мере падения численности мелкого частика происходит снижение темпа роста судака, получает развитие массовый каннибализм. В 1970-х годах, на втором десятилетии существования водохранилища основная часть сеголетков к концу года имеют небольшие размеры и низкую массу тела, соответственно 6,4±0,1 см и 3,2±0,7 г. Темп роста этой молоди остается низким и в последующие годы. Лишь единичные рыбы нерестились в 3 года, при массе 650 г и длине 32 см (Благовидова и др. 1977).

Положительные изменения в характере питания и росте молоди судака происходят после акклиматизации ракообразных - байкальских гаммарид и дальневосточных мизид со второй половины 1980-х годов (Визер, 1990). Основное значение в питании судака приобретают мизиды, которые создают высокие биомассы в русловой зоне (8,5±2,2 г/м^2) и определяют питание и рост судака. Весовые и линейные параметры сеголетков в августе составляют 8,8±0,9 см

и 9,3±0,3 г. В отличие от прошлых лет интенсивный рост продолжается и в осенний период: в октябре размер и вес сеголетков возрастает до 109±3 мм и 16,6±1,4 г. Каннибализм носит единичный характер. Повышается выживаемость в зимний период.

У двухлетних рыб в мае - июне и осенью питание так же преимущественно состоит из мизид, что связано с малочисленностью доступных по размерам рыб-жертв. Размеры и масса двухлеток колебались в широком диапазоне и в среднем составляли 24,3±0,8 см и 188,6±20,5 г. У хищничающих трехлеток судака большую часть потребленной рыбы составляла собственная молодь. Их средние размеры перед началом зимовки составляли 30,8-35,5 см, при массе 376,0-592,5 г.

Исследования, проведенные в период 1991-1997 и 2003-2015 гг., показали, что условия нагула, темп роста и выживаемость молоди судака в зимний период в первые два года жизни также зависят от распространения и обилия этих ракообразных, а рыб старших возрастов – от обилия молоди мелкочастиковых рыб.

Однако в 2000-х годах биомасса мизид и численность молоди рыб-жертв начинает испытывать все большие колебания по годам, что связано с увеличением повторяемости маловодных лет и высоким прогревом водохранилища в летний период, угнетающим развитие дальневосточных ракообразных. Следствием этого явления стали большие колебания в средних размерах и массе одновозрастной молоди судака в различные годы, которые у рыб в возрасте трех лет составляли, соответственно 27,2-32,1 см и 245,2-474,8 г.

Так в весенний период 2011-2013 гг. медленное заполнение водохранилища и плохие погодные условия обусловили неблагоприятные условия воспроизводства и низкую численность ранней молоди мелкочастиковых рыб в Верхней Оби. Прогрев водохранилища и р. Оби свыше 25 ºС вызвал сокращение численности, и даже исчезновение мизид на ряде участков этой акватории. Частичное восстановление ареала обитания мизид в верхней и средней зонах водохранилища произошло лишь к августу 2013 г., их биомасса при этом была значительно ниже среднемноголетних значений - 1,5±0,9 г/м^2.

Недостаток основных объектов питания на протяжении двух лет ухудшило условия нагула судака в возрасте одного и двух лет, что отрицательно сказалось на их линейном и весовом росте, а также выживаемости.

Наблюдения 2013 г. показали, что «мизидный» характер питания сеголетки сохранили лишь на рекообразном участке верхней и средней зоны водохранилища, где началось восстановление численности рачков (таблица 1). Накормленность сеголетков имела низкие значения, у 44,4% рыб были пустые желудки. Средняя масса судачков составляла всего 4 г.

Таблица 1 – **Состав пищи сеголетков судака в средней зоне Новосибирского водохранилища в 2013-2015 гг.**

Состав пищи	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	% по массе	V	% по массе	V	% по массе	V
Мизиды	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
Всего	**100**		**100**		**100**	
Пустые желудки, %	**44,4**		**21,4**		**3,8**	
Индекс наполнения	53,4±13,9		126,8±23,0		**118,6±14,6**	
Размеры, см	6,5±0,2		8,7±0,2		9,4±0,1	
Масса, г	4,0±0,4		8,9±0,8		10,6±0,4	
Количество рыб, экз.	**39**		**28**		**52**	

Примечание. V – встречаемость, %.

В нижней озеровидной зоне, где эти рачки практически отсутствовали, преобладал планктонный тип питания, который не обеспечивал затраты даже на энергетический обмен, масса рыб была еще ниже – 2,7 г (таблица 2).

Таблица 2 – **Состав пищи сеголетков судака в нижней зоне Новосибирского водохранилища в 2013-2015 гг.**

Состав пищи	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	% по массе	V	% по массе	V	% по массе	V
ЗООПЛАНКТОН	68,6	83,3	**0,2**	**5,9**	**0**	**0**
Зообентос	9,1	16,7	**0**	**0**	**0**	**0**
Мизиды	22,3	16,7	**99,8**	**100**	**100**	**100**
Всего	**100**		**100**		**100**	
Пустые желудки, %	**0**		**0**		**2,3**	
Индекс наполнения	85,9±23,8		91,8±21,,9		**209,2±16,6**	
Размеры, см	5,8±0,2		8,8±0,2		9,5±0,2	
Масса, г	2,7±0,3		8,5±0,8		11,2±0,5	
Количество рыб, экз.	**6**		**17**		**44**	

Примечание. V – встречаемость, %.

Таким образом, средняя масса сеголетков в августе оказалась на уровне 1970-х и начала 1980-х гг., периода с минимальной пищевой обеспеченностью и высокой гибели молоди в подледный период.

Еще больший недостаток полноценных кормов на всей акватории водохранилища в 2013 г. наблюдался у двухлетков. С мая по август среди кормовых объектов часто встречались бокоплавы, планктонные и бентосные организмы, вынужденное потребление которых не компенсировало затраты энергии на поиски корма.

Питание с преобладанием мизид наблюдалось только на речном участке водоема. В средней и нижней зоне в желудках появляется рыба – отставшие в росте мальки судака, плотвы и ельца. О недостатке кормов свидетельствуют низкие индексы наполнения и большое количество рыб с пустыми желудками (таблица 3).

Судак в возрасте двух лет имел небольшие размеры, а биомасса была вдвое ниже среднемноголетних значений – 81,0 г.

Таблица 3 – **Состав пищи двухлетков судака Новосибирского водохранилища в 2013-2015 гг.**

Состав пищи	2013 г.		2014 г.		2015 г.	
	% по массе	V	% по массе	V	% по массе	V
ЗООПЛАНКТОН	4,4	9,4	**0**	**0**	**0**	**0**
Зообентос	3,1	18,8	**0,1**	**10**	**0**	**0**
Гаммариды	8,1	21,9	**0,2**	**10**	**0**	**0**
Мизиды	45,8	56,3	**30,2**	**90**	**100**	**100**
Рыба	38,6	15,6	**69,5**	**50**	**0**	**0**
Всего	**100**		**100**		**100**	
Пустые желудки, %	**23,8**		**23,1**		**20,0**	
Индекс наполнения	91,6±16,8		148,3±40,4		**184,8±25,6**	
Размеры, см	20,1±0,3		21,8±0,5		21,2±0,4	
Масса, г	81,0±3,8		125,6±8,6		119,2±5,6	
Количество рыб, экз.	**42**		**13**		**20**	

Примечание. V – встречаемость, %.

В многоводном 2014 г. температура воды не превышала 22 ºС, что способствовало восстановлению численности мизид, распространению рачков по всей акватории водохранилища и росту их биомассы до 6,3±1,1 г/м^2. Поэтому на речном участке в верхней и средней зонах водохранилища они становятся единственным кормовым объектом сеголетков. Благодаря обилию рачков сокращается доля рыб с пустыми желудками, повышаются индексы наполнения, более чем в два раза увеличивается масса рыб.

В нижней озеровидной зоне наряду с многочисленной молодью мизид, приносимой током воды в небольших количествах потребляются и крупные формы

зоопланктона. Обеспеченность кормом составляет 100%. Масса сеголетков увеличивается более чем в три раза – до 8,5 г.

Улучшается обеспеченность кормом и у двухлеток. Из состава кормов полностью выпадает планктон, единичным становится потребление организмов бентоса и гаммарид. У 90% рыб в питании отмечены мизиды, но по массе они составляют менее трети потребленных кормов, так как в период летнего паводка в водохранилище скатилось большое количество сеголетков мелкочастиковых рыб, которые отмечены в питании у половины обследованных судачков. Благодаря обилию доступных кормовых организмов накормленность у двухлетков увеличилась в 1,6 раза, а масса тела – на 55%.

Трехгодовики судака, развивающиеся в предшествующие 2 года в условиях недостаточного обеспечения пищей имели среднюю массу всего 143,0±15,0 г. Впервые в водохранилище наблюдается созревание самок при длине тела 26 см и массе 218 г.

В 2015 г., после прохождения катастрофически высокого весеннего паводка, в летний период расходы воды находились в пределах среднемноголетних значений, поэтому не наблюдалось притока молоди с речного участка Оби. Нагул молоди первых двух лет жизни происходил исключительно за счет мизид. Биомасса рачков была на уровне 2014 г. - 5,9±2,1 г/м^2 и наблюдалось их повсеместное распространение по акватории водохранилища. На большинстве участков преобладала молодь с размерами 2-5 мм (75-81%), что облегчило переход сеголетков с планктонного на мизидный тип питания. Во всех зонах произошло дальнейшее увеличение средних размеров и массы тела. В менее благоприятных условиях нагула находились двухлетки, они получили устойчивый источник пищи лишь в июле с появлением потомства летних генераций мизид. Полное отсутствие рыбного питания не оказало существенного влияния на темп роста молоди, и ее средние размеры и масса остались на уровне прошедшего 2014 г. года.

На нерестилищах появляются многочисленными тугорослые рыбы в возрасте 3 года. Половое созревание у них происходит при низких средних значениях длины и массы тела, соответственно 26,6±0,4 см и 231,0±8,6 г. Минимальные размеры текучих самок составляли в мае 2015 г. 24 см при массе 172 г.

Появление в 2014-2015 гг. производителей судака с необычно низкими размерно-весовыми показателями, вероятно, связаны с тем, что рост их сеголетков и двухлетков в 2012-2013 гг. происходил в условиях недостатка кормов. В период 2006-2009 гг. младшие возрастные группы судака росли значительно лучше и к трем годам достигали длины 32,1 см и массы тела 474,8 г.

Таким образом, установлено, что основное влияние на рост судака оказывает обеспеченность кормовыми ресурсами в соответствии с потребностями каждой возрастной категории. Наибольшие сложности возникают у молоди при переходе с планктонного на хищный тип питания. Для этого, в первые два года жизни судака, необходимо обилие крупных ракообразных и молоди мелкочастиковых рыб. Численность этих основных кормовых объектов зависит

от гидрологического и термического режима. Биомасса мизид резко снижается в маловодные годы при длительном прогреве воды свыше 24 ºС. Молодь частиковых рыб имеет низкие показатели численности при позднем заполнении водохранилища, перепадах температур в период нереста и высокой проточности в весенний период. Особенно опасно для молоди судака сочетание этих неблагоприятных факторов не прерывно на протяжении ряда лет. При недостатке кормовых организмов происходит замедление темпа роста молоди, значительная гибель в подледный период, снижение численности поколений и более позднее вступление их в промысел.

В связи с увеличением повторяемости лет с низкой численностью основных кормовых организмов для молоди судака, в водохранилище появилась и продолжает наращивать численность тугорослая форма судака. Даже самки из этой группы достигают половой зрелости в три года при минимальной длине 24 см и массе 172 г.

Литература

Благовидова Л.А. Новосибирское водохранилище и его рыбохозяйственное значение / Л.А. Благовидова, Р.И. Сецко, М.И. Феоктистов, Д.П. Померанцева // Известия ГосНИОРХ, 1977. - Т. 115. - С. 142–160.

Визер А.М. Влияние акклиматизации кормовых беспозвоночных на питание и темп роста молоди судака Новосибирского водохранилища // Ресурсы животного мира Сибири. Рыбы. - Новосибирск: Наука. Сибирское отд., 1990. - С.110 –112.

Феоктистов М.И. Биология судака Новосибирского водохранилища // Проблемы экологии. - Томск: Изд-во Томского гос. ун-та., 1973. - Т. 3. - С. 201 –205.

ABSTRACT. In the context of global warming and reduction of water availability in Ob river feed supply of juvenile *Stizostedion lucioperca* (L.) in Novosibirsk reservoir had reduced. Lack of basic feed organisms (mysids and small fish juveniles) slows down the growth rate of individual generations of судак *Stizostedion lucioperca* (L.) in recent years. The group of stunted fishes maturing at small sizes and weight, respectively 26,6 ± 0,4 cm and 231,0 ± 8,6 g, appeared and slowly increases their number at the present time.

ПАСТБИЩНАЯ АКВАКУЛЬТУРА В ОЗЕРАХ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В.П. Воронин
Уральский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», Екатеринбург, grc-ural@mail.ru

Водный фонд Курганской области представлен озерами, реками и водохранилищами. В него входят 2878 озер общей площадью 275,0 тыс. га, 28 водохранилищ – 2,6 тыс. га, 95 рек протяженностью 3,9 тыс. км.

В настоящее время, рыбохозяйственное значение имеют 2172 озера общей площадью 230,62 тыс. га, составляющие 83,9% от общего фонда.

Подавляющее количество озер – мелководные, замкнутые, периодически или ежегодно заморные водоемы карасевого типа. Лишь в трех-пяти наиболее глубоких озерах, связанных временными водотоками с реками Тобол, Миасс и Исеть, условия для обитания гидробионтов более стабильны, заморные явления в них происходят редко. Преобладающими в них являются оксифильные виды: плотва, окунь, лещ, ерш, щука, судак.

Более 83% озер имеют площадь не более 100 га, примерно 15% озер – площадью от 100 до 1000 га и только около 2% озер имеют площадь более 1000 га.

Специфика климата, небольшой водосбор, питание, главным образом, только атмосферными осадками, отсутствие проточности обуславливают сезонные и значительные многолетние колебания уровней воды в озерах, поэтому главным ограничивающим фактором товарного рыбоводства является дефицит кислорода в озерах в подледный период, что не позволяет ежегодно осуществлять многолетнее выращивание рыбы.

Товарное рыбоводство в Курганской области, которое насчитывает более 70 лет, осуществляется только в озерах.

Первым объектом товарного выращивания в конце 1930-х годов в карасевых озерах области был карп. Опыт оказался неудачным-карп погиб в результате зимнего замора. В середине 1940-х годов была предпринята попытка выращивания рипуса в плотвично-окуневом водоеме, которая не дала промыслового эффекта. Затем, только в конце 1950-х годов начались работы по выращиванию сигов-планктофагов, которые, как было установлено, могли рационально использовать огромные запасы зоопланктона карасевых озер и давать дополнительную рыбную продукцию высокого качества. В этот период главным объектом зарыбления был выбран гибрид сига с рипусом, который имел ряд преимуществ перед чистыми линиями (Нестеренко, 1958) и при наличии хорошей кормовой базы за одно лето достигал товарного веса в 100-150 г. В эти же годы отмечался благоприятный гидрологический режим, что позволило провести многолетнее выращивание гибрида в озере М. Бутырино и создать маточное стадо, использование которого дало возможность зарыбления ряда соседних озер. Высокий уровень развития кормовой базы обеспечил хороший рост гибрида в водоеме: так сеголетки в декабре имели средний вес 96 г, двухлетки в октябре - 462 г, трехлетки в ноябре – 840 г

и четырехлетки – 1413 г (Нестеренко, 1966). Половое созревание самцов и самок гибрида начиналось в возрасте 1+. Все старшие особи были половозрелыми. За шесть лет выращивания от 6,2 млн посаженных личинок было получено 54,1 т товарной рыбы, собрано 63,9 млн шт. икры. Промысловая рыбопродуктивность водоема увеличилась почти на 50 кг/га. Опыт выращивания гибрида в озере М. Бутырино был использован и на других озерах области, где были получены достаточно близкие результаты.

Многолетний опыт выращивания гибридов в мелководных водоемах Урала позволил определить тот комплекс условий, который необходим для получения успешного результата от посадок (Нестеренко, 1961). Если иметь ввиду не только однолетнее, но и многолетнее выращивание гибрида, то водоемы должны отвечать следующим требованиям:

1. Иметь максимально разряженное стадо рыб. Отсутствие хищников, особенно окуня.

2. Быть кормным водоемом. Зоопланктон летом 1-3 г/м^3, бентос 10-25 г/м^2.

3. Иметь глубины не менее 2,5- 3 м.

4. Зарастаемость не более 15-20%. Иметь участки песчаного или слабо заиленного грунта.

5. Быть по возможности замкнутым водоемом.

6. Иметь пресную или слабосоленую воду (не более 6 г/л).

7. В подледный период кислород не должен опускаться ниже 3 мг/л (Балабанова, 1960).

8. Развитие фитопланктона должно быть умеренным.

9. Быть хорошо облавливаемым сетями и закидным неводом.

Всем этим условиям достаточно в полной мере отвечали озера, первоначально выбранные для зарыбления. Поэтому и были получены высокие результаты.

Еще в начале 1940-х годов Г. П. Померанцев (1941) предположил, что озерный сырок (пелядь), обитающий в тундровых и таежных озерах Кондинско-Иртышского бассейна Тюменской области, является более ценным объектом для зарыбления мелководных водоемов Урала, поскольку он обитает в более сходных гидрологических и ландшафтных условиях, чем сиги балтийского бассейна. Как в дальнейшем показала практика рыбоводных работ, основные характеристики озер, необходимые для многолетнего выращивания пеляди совпадают с таковыми для гибрида.

Первые посадка пеляди были проведены в 1961 году. Затем в период до 1965 г. ею было зарыблено восемь озер. Промысловый эффект был получен в первые годы на трех водоемах, причем на двух из них за два года было собрано 74,0 и 40,3 млн. шт. икры, которая использовалась для расширения рыбоводных работ на других озерах. Рыбопродуктивность озер увеличилась на 40-50 кг/га. Как оказалось, пелядь в тех же самых озерах растет лучше, чем гибрид: сеголетки достигали веса 150-210 г, двухлетки веса 350-450 г. Не уступает пелядь гибриду рипуса и по скорости полового созревания. Первый нерест ее проходит в возрасте 1+ , во второй половине декабря, т.е. уже подо льдом, что значительно облегчает ее отлов и сбор икры,

по сравнению с гибридом, который нерестится в ноябре по открытой воде при сильных ветрах и шуге.

Вот эти преимущества пеляди: хороший темп роста и быстрое половое созревание, наряду с более легким отловом производителей и получением посадочного материала, когда отсутствует этап получения гибридов, послужили причиной того, что она стала играть ведущую роль в рыбоводных работах.

Перспективным объектом рыбоводных работ в карасевых озерах области оказался карп. Посадки его были возобновлены в начале 1960-х годов с выпуска производителей в озеро М. Бутырино. Карп успешно прижился в водоеме, стал хорошо расти и размножаться. Его сеголетки и годовики послужили посадочным материалом для зарыбления других водоемов. Как в дальнейшем было установлено, температура, минерализация воды, обеспеченность кормами и другие условия, кроме кислородного режима в зимний период, в большинстве озер соответствуют потребностям этого вида. Выращивание товарного карпа осуществляется в многолетнем режиме, поэтому при возникновении заморных явлений он гибнет, и процесс восстановления его численности начинается с новых посадок.

Кроме указанных выше, объектами рыбоводных работ в разных водоемах и разные годы становились: чир, гибрид пеляди с чиром, рипус, муксун, растительноядные рыбы и некоторые другие. Промысловый эффект от их выращивания либо отсутствовал, либо был крайне незначительным. Следует однако отметить, что очень хорошие результаты выращивания в отдельных озерах были получены от посадок гибрида пелчира, но ограниченное количество посадочного материала не позволяет проводить выращивание в широких масштабах.

Поскольку основным ограничивающим фактором пастбищной аквакультуры остается дефицит кислорода в озерах в подледный период, что не позволяет постоянно проводить многолетнее выращивание рыбы, то ее главным направлением является однолетнее товарное выращивание сиговых рыб и, насколько позволяют климатические условия, многолетнее – карпа.

Расширение масштабов и объемов рыбоводных работ на Урале в целом, и в Курганской области в частности, вызвали необходимость разработки бионормативов по товарному выращиванию разводимых рыб в различных типах водоемов. Уральским филиалом ГосНИОРХ был проведен большой объем работ по этой тематике (Андреяшкин, 1979; Галактионова, 1978 и др.). Результатом этих работ явились «Бионормативы по выращиванию поликультуры рыб в малых озерах Северо-Запада и Урала», утвержденные МРХ 19 сентября 1984 г. (Руденко, 1984). Согласно этих бионормативов в настоящее время осуществляется подбор аквакультуры, определяется объем и плотность посадок, а также потенциальная рыбопродуктивность выращиваемой аквакультуры.

Уловы разводимых видов рыб за период с 2002 по 2015 год колебались от 664,9 т до 2049,6 т, составляя от 41,1 до 69,9 % общего улова, в среднем 1286,0 т или 56,3 % (таблица 1).

Таблица 1 – **Вылов рыбы в озерах Курганской области, т**

Год	Сиговые	Карп	Прочие	Аквакультура	Местные	Всего
2002	670,0	57,1	-	727,2	313,4	1040,5
2003	1136,2	154,3	-	1290,5	805,0	2095,4
2004	1074,7	146,1	-	1220,8	909,3	2130,0
2005	1425,0	154,7	1,2	1580,8	908,2	2489,0
2006	1095,4	170,9	1,3	1267,6	915,5	2183,0
2007	1347,8	229,2	4,1	1581,1	1368,7	2949,9
2008	1176,4	194,7	5,6	1376,7	959,9	2336,6
2009	1562,5	486,9	0,2	2049,6	1325,9	3375,5
2010	1095,9	177,1	0,2	1273,2	1333,6	2606,8
2011	Нет	полных	данных		1101,6	1101,6
2012	685,4	111,1	0,1	796,6	1028,4	1825,0
2013	584,5	80,4	-	664,9	952,5	1617,5
2014	1154,5	39,7	-	1194,1	1012,1	2206,2
2015	1636,5	49,2	9,6	1695,4	1113,6	2809,0

В 2015 году было добыто 1695,4 т разводимой рыбы (60,4 %), из них 1636,5 т составили сиговые рыбы и 49,2 т карп.

Следует отметить, что в 2011 году, после проведения конкурсов, произошло разделение водоемов на предоставленные для осуществления промышленного рыболовства, и, отдельно, на предоставленные для осуществления товарного рыбоводства. Это привело к исключению сложившейся многолетней традиции многоцелевого использования водных объектов, нарушению порядка отчетности по количеству выловленной разводимой рыбы (2011 год) и значительному сокращению объемов выращиваемой рыбы. В 2012-2013 гг. были отмечены самые низкие за последние три десятилетия уловы рыбоводной рыбы, которые были в два раза ниже средних многолетних.

В озерах Курганской области отсутствуют условия для размножения сиговых рыб, поэтому величина их вылова зависит только от объема рыбоводных работ. Наиболее распространенным является однолетнее товарное выращивание сиговых рыб от личинки. В последние годы посадки сиговых рыб осуществлялись в 50–163 озера на площадь от 29,0 до 73,1 тыс. га. Объем посадок колебался от 42,7 до 158, 4 млн. личинок, 90–100% которых приходилось на пелядь. Плотность посадок личинок варьировала в значительных пределах – от 400 до 8000 шт./га. Их годовые уловы в период с 2002 по 2015 год составили в среднем 1126,5 т (584,6-1636,5 т) или 49,6% (36,1-64,4%) от общих промысловых уловов.

Курганская область по климатическим характеристикам, а именно из-за высоких летних температур воды в озерах, является зоной рискованного товарного рыбоводства для сиговых рыб, о чем свидетельствуют результаты выращивания на контрольных водоемах (таблица 2).

Таблица 2 – **Результаты выращивания пеляди в разные годы**

Год	Водоем	Погодные условия летом	Плотность посадки, шт/га	Навеска, г	Вылов, т	Рыбопродуктивность, кг/га	Промвозврат, %	Вылов от млн. личинок
2013	М. Бутырино	Жаркое, сухое	1960	0+ - 80,8	15,14	29,7	18,7	15,1
2013	Б. Бутырино	Жаркое, сухое	1690	0+ - 51,2	13,86	16,7	19,3	9,9
2014	М. Бутырино	Прохладное	980	0+ - 107,0	19,0	37,3	35,7	38,0
2014	Б. Бутырино	Прохладное	600	0+ - 56,0	12,2	14,7	43,8	24,4
2015	М. Бутырино	Прохладное, влажное	1960	0+ - 67,0 1+ - 248,0	11,0 38,0	21,6 74,5	16,4 45,6	57,0 114,0
2015	Б. Бутырино	Прохладное, влажное	1200	0+ - 105,0	30,0	36,1	28,7	30,0

При повышении температуры воды до 22 °С рыба перестает питаться, а при более высокой температуре отмечается ее гибель. По этой причине эффективность выращивания значительно колеблется по годам. В 2013 году в 86 озерах площадью 41,7 тыс. га (57,0% всех зарыбленных водоемов), в 2014 году в 49 озерах общей площадью 14,6 тыс. га (28,9%), в 2015 году в 34 озерах, площадью 13,5 тыс. га (23,1%) отмечалась полная или частичная гибель выращиваемых сиговых рыб. В целом по области в 2013 году было получено 18,5 кг/га товарной рыбы или 3,9 т от 1 млн. посаженных личинок, в 2014 году – 28,3 кг/га и 12,8 т, в 2015 году 36,4 кг/га и 12,3 т соответственно. В 2015 году был получен самый большой улов сиговых рыб за все годы проведения рыбоводных работ – 1636,5 т. Повышение эффективности выращивания пастбищной аквакультуры в последние два года связано, главным образом, с более благоприятными климатическими условиями.

Другим основным объектом пастбищной аквакультуры в водоемах области является карп. Посадки его в озера осуществляются личинкой, сеголетком и годовиками.

В целом по Курганской области объемы рыбоводных работ по выращиванию карпа в последние годы постепенно снижаются

После многоводного периода, когда уловы карпа достигали своего максимума - 230,0 т в 2007 году, 486,9 т в 2009 году, они стали быстро уменьшаться: в 2010 году вылов карпа составил 177,1 т, в 2011 году, по неполным данным уловы карпа составили немногим более 40,0 т, в 2012 году – 111,117 т, в 2013 году – 80,4 т,

в 2014 году – 39,7 т, в 2015 году – 49,2 т (см. таблицу 1). Снижение его уловов объясняется, во-первых, сокращением количества незаморных озер и невозможностью производить многолетнее выращивание карпа, во-вторых, организационными причинами – необоснованным запретом на его выращивание в аквакультуре.

В отличие от сиговых рыб, карп в озерах Курганской области размножается. Его численность в карасевых озерах увеличивается очень быстро, что связано с отсутствием здесь врагов, уничтожающих его икру, личинок и молодь. В озерах, где длительное время не отмечаются заморные явления, численность карпа увеличивается настолько, что происходит почти полное выедание им зообентоса, и это оказывает отрицательное влияние на показатели его промысловых качеств. Так, в озере Щучье, при высокой численности карпа и низкой кормности водоема по бентосу, масса восьмилетних особей достигает 2,4 кг, а в озере М. Бутырино, при лучших условиях обитания, восьмилетки весят 3,1 кг.

Основной причиной перенаселения озер карпом является то, что он очень плохо вылавливается традиционно применяемыми орудиями лова. Практика рыболовства в Челябинской области свидетельствует, что наиболее полный вылов карпа возможен электроловильными промысловыми орудиями: электротралом, электроловильными установками типа ЭЛУ-5, ЭЛУ-7 и т.п., в настоящее время запрещенными правилами рыболовства.

Проведение посадок основных объектов аквакультуры в объемах последних лет, при благоприятных климатических условиях в озерах Курганской области, позволит получать до 1850 т товарной рыбы в год, в том числе 1700 т пеляди и 150 т карпа.

Однако, для получения высоких и стабильных результатов необходимо решить несколько главных вопросов:

- разрешить многоцелевое использование водных объектов: выращивание объектов аквакультуры в водоемах промышленного рыболовства и вылов местных видов рыб в водоемах пастбищного рыбоводства.
- разрешить мелиоративный лов аборигенных и малоценных видов рыб в водных объектах, предоставляемых для целей пастбищной аквакультуры
- разрешить использование электролова для добычи выращенной рыбы (карпа)
- создать маточное стадо пеляди, для зарыбления озер области.

Литература

Андреяшкин Ю.Г. Возможности выращивания сиговых рыб в разнотипных озерах Урала и Зауралья. Тез. докл. 3 всесоюзного совещания по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. – Тюмень, 1984. - С 243-246.

Балабанова З.М. Рыбы и кислород. Рыболовство и рыбоводство, № 1, 1960. – С. 21-24.

Галактионова Е.Л. Разработать методы ведения озерного хозяйства при выращивании рыб в условиях Северо-Запада и Урала, Раздел, Разработать рекомендации

по рациональному использованию плотвично-окуневых озер Урала./ Е.Л. Галактонова// Отчет о НИР/ УралГосНИОРХ. Свердловск, 1978. – 236 с.

Нестеренко Н.В. Гибрид рипуса и чудского сига в мелководных озерах Урала. Научн.-технич. бюллет. ВНИОРХ, № 6, !958 г. – С 84-86.

Нестеренко Н.В. Гибрид рипуса как объект выращивания в мелководных водоемах. Тезисы докладов на совещании по биологическим основам рыбного хозяйства на внутренний водоемах СССР. М., 1961. - С 121-123.

Нестеренко Н.В. Современное состояние и перспектива развития рыбного хозяйства Курганской области на 1966-1970 гг. ./ Фонды УралСИБНИРХ, Свердловск, 1966. – 57 с.

Руденко Г.П. Биологические основы и временные бионормативы по выращиванию поликультуры рыб в малых озерах Северо-Запада и Урала: руководство/ГосНИОРХ. – Л., 1984. – 64 с.

ABSTRACT. The paper presents history and current status of aquaculture in the lakes of Kurgan region.

НАЛИМ ЗАПАДНОГО ЯМАЛА

А. Л. Гаврилов
Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург
gavrilov@ipae.uran.ru

Налим обитает повсеместно в водоемах арктической и умеренной зон и в целом ряде регионов является объектом промысла. Так, в Обь-Иртышском бассейне его ежегодный вылов превышал 2000 т (Богданов, Копориков, 2011). На западном побережье полуострова Ямал налим встречается в разнотипных водоемах, отсутствует лишь в бессточных озерах (Мониторинг биоты…, 1997), но его экология и биология изучены недостаточно, поскольку в литературе приведены данные, полученные по единичным сборам из разных речных бассейнов.

В настоящей работе представлены результаты исследований налима в бассейне р. Юрибей, самой крупной реки п-ова Ямал, в 1990 г. (до начала строительства железной дороги «Обская-Бованенково») и в 2015 г. что позволило оценить состояние его популяции в период эксплуатации трассы и сравнить с рыбами из других ямальских рек.

В бассейне р. Юрибей налим встречается от истоков реки до устьевой зоны (Юрибейского залива). Во время весеннего половодья налим мигрирует в низовья реки и может выходить на нагул в опресненный стоком приустьевой участок Юрибейского залива. С падением пресного стока рыбы поднимаются вверх по реке и нагуливаются в озерах поймы и в русле, так как налим избегает вод с солёностью выше 12‰ (Привольнев, 1964). В конце августа – сентябре начинается нагульно-нерестовая миграция половозрелых рыб в верховья реки и продолжается до ноября уже подо льдом. В бассейне р. Еркатаяхи (Южный Ямал) налим поднимается на нерест с конца сентября по ноябрь (Госькова, Гаврилов, 2000).

В наших сборах возрастной состав налимов представлен пятнадцатью возрастными группами от 1+ до 15+ лет, с преобладанием рыб от девяти до одинадцати лет. Сеголетки обитают в пойменных водоемах, в русле реки не встречаются. В пойменных озерах низовьев реки, соединяющихся с руслом кратковременно в период паводков, обычно встречаются особи двух-трех возрастных групп. Доминирующие возрастные группы у производителей налима в р. Юрибей остаются стабильными на протяжении ряда лет, что свидетельствует о благополучном состоянии популяции в настоящее время (рис. 1).

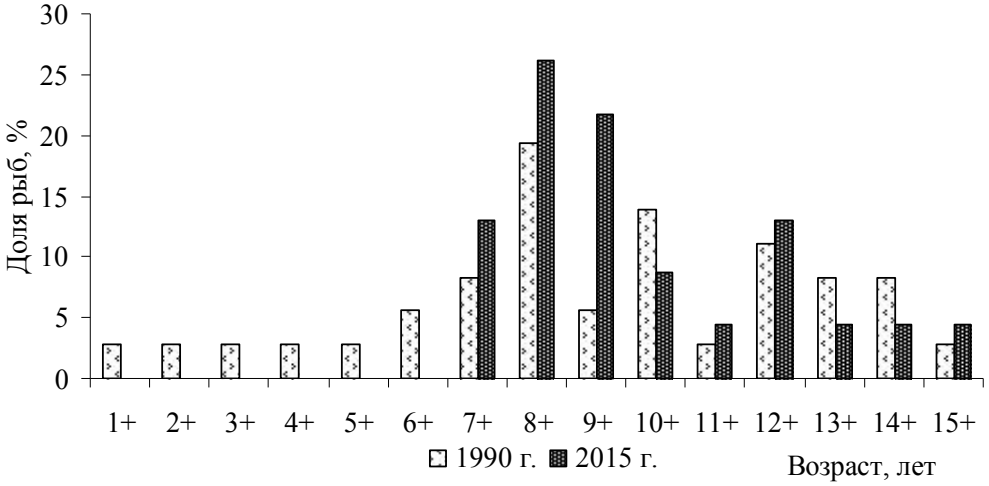


Рисунок 1 - **Возрастной состав налима, р. Юрибей**

Преобладают впервые созревающие особи в возрасте восьми – десяти лет, хотя самцы единично созревают на шестом году жизни, а самки – на восьмом. Созревание поколения растянуто на несколько лет, и массовое вступление в воспроизводство наступает на два года позже. Вероятно, нерест не ежегодный, поскольку в уловах встречались рыбы старших возрастов, пропускающие нерест. Доля производителей в возрасте тринадцати – пятнадцати лет снова увеличивается.

В р. Еркатаяхе половозрелые налимы были представлены рыбами возрастом от шести до двенадцати лет, при доминировании в уловах восьми – девятилетних особей (56%). Налимы из ямальских рек, расположенных севернее, достигали двадцатилетнего возраста. Например, в озере Халевто (бассейн р. Мордыяхи) среди производителей была значительная часть рыб в возрасте от тринадцати до пятнадцати лет (Мониторинг биоты…, 1997).

Соотношение полов у производителей во время нерестовой миграции может изменяться по годам. В р. Юрибей в 2015 г. преобладали самцы в соотношении 1,2 : 1, а в 1990 г., как и в р. Еркатаяхе в 1989 г., соотношение самцов и самок близко 1: 1.

Большинство рыб в уловах из р. Юрибей было с длиной тела 65 – 80 см и массой от 2 до 3,5 кг. Максимальная длина тела налима, пойманного в р. Юрибей – 91 см, масса – 5820 г. Размеры и масса тела разновозрастного налима в годы исследований приведены на рис. 2 и 3.

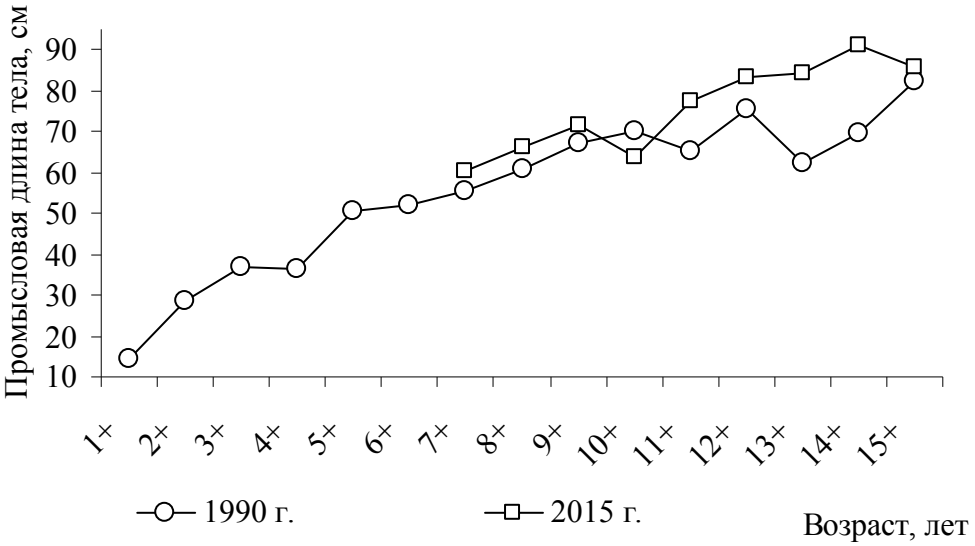


Рисунок 2 - **Изменение длины тела налима с возрастом в разные годы, р. Юрибей**

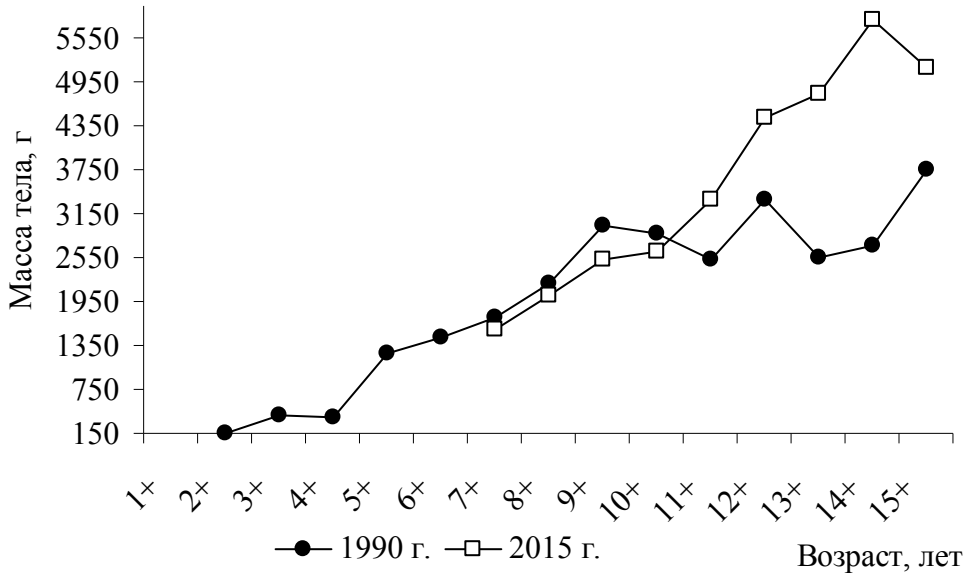


Рисунок 3 - **Изменение массы тела налима с возрастом в разные годы, р. Юрибей**

Колебания размеров и массы тела у одновозрастного налима связаны с изменяющимися по годам условиями нагула в разных участках бассейна р. Юрибей (озера верховьев, поймы или дельтового участка, русло реки, температурный режим летом), поэтому у старшевозрастных рыб различия в размерно-весовых показателях в разные годы выражены заметнее.

Налимы на юге Ямала растут быстрее, одновозрастные рыбы из р. Еркатаяхи крупнее, чем в р. Мордыяхе (Мониторинг биоты…, 1997) и р. Надуйяхе (Средний Ямал) (рис. 4).

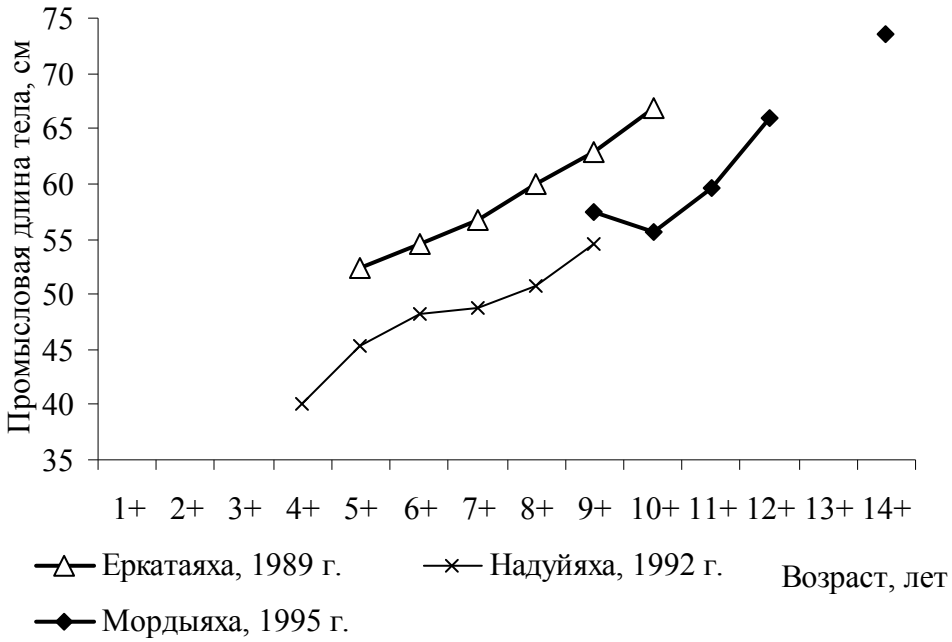


Рисунок 4 - **Изменение длины тела налима с возрастом в разных реках Ямала**

Плодовитость налима из р. Юрибей в среднем составляла 1340,7 (изменяясь в пределах от 793 до 1938) тыс. икринок, увеличиваясь с возрастом и массой тела самок. Средняя плодовитость самок из р. Еркатаяхи была ниже, так как они были представлены более молодыми особями (табл.).

Таблица - **Возрастные изменения плодовитости налима в реках Западного Ямала**

р. Еркатаяха,1989 г.				**р. Юрибей, 2015 г.**			
Возраст, лет	**Q, г**	**1 см**	**ИАП тыс. икр.**	**Возраст, лет**	**Q, г**	**1 см**	**ИАП тыс. икр.**
7+	1685	56,3	519,4	10+	2280	66	916,7
8+	2146	50,3	930,5	11+	3360	77,4	1019,4
9+	2286	63,2	940,9	12+	4467	83,2	1248,7
10+	2550	65,2	940,6	14+	5820	91	1937,8
11+	1550	54,7	1292,0				
ИАП средняя	795,3 (204 – 1497)			ИАП средняя	1340,7 (793 – 1938)		

Питание налима в разнотипных водоёмах бассейна р. Юрибей связано с его биологическими особенностями. В весенне-летний период, до прогрева воды до 10 ºС, налим нагуливается в низовье реки, питаясь нерестовой корюшкой и молодью наваги. Летом, с повышением температуры воды пищевая активность налима снижается. Доля рыб с пустыми желудками в наших уловах в русле реки в начале лета составляла 20%, а в период осеннего нагула налима – 6,7%. Максимальная активность питания налима в реке отмечена в октябре-ноябре, в период нерестовой миграции сиговых рыб и зимовальной миграции ерша. В пищевом спектре налима преобладают многочисленные в этот период виды рыб: молодь пыжьяна, ерш, а также молодь щуки и девятииглая колюшка.

В р. Еркатаяхе главным кормовым объектом налима был самый многочисленный вид рыб – девятииглая колюшка (80% по массе жертв). В желудках налима также встречались обыкновенный гольян, щука, ерш, корюшка, голец, молодь сиговых и беспозвоночные (Гаврилов, 1992).

В реках западного побережья Ямала в настоящее время промышленный лов налима не ведется, добыча местным населением не осуществляется, за исключением прилова при добыче сиговых рыб.

Таким образом, данные по размерно-возрастному составу налима из р. Юрибей дают основание предположить, что его условия обитания при строительстве и эксплуатации трассы не изменились и усиления пресса промысла не наблюдается, поскольку спектр возрастного ряда производителей сохраняется.

Размеры тела производителей одновозрастных производителей налима на Западном Ямале снижаются в направлении с юга на север, а продолжительность их жизни увеличивается. Размеры и масса старшевозрастных рыб в одной реке отличаются в большей степени, чем у молодых в разные годы, что обусловлено нагулом в разных участках бассейна.

Пищевая активность налима изменяется по сезонам.

Плодовитость налима увеличивается с возрастом самок и зависит от их массы тела, что является общей закономерностью для большинства видов рыб и косвенно свидетельствует о ведущей роли природных факторов в формировании плодовитости налима в водоемах Западного Ямала.

Литература

Богданов В.Д., Копориков А.Р. Воспроизводство налима нижней Оби. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 156 с.

Гаврилов А.Л. Питание налима в период анадромной миграции // Изучение экологии водных организмов Восточного Урала/ Сб. науч. трудов. Свердловск: УрО АН СССР, 1992. С. 103-108.

Госькова О.А., Гаврилов А.Л. Биологическая характеристика рыб бассейна р. Еркатаяха (Южный Ямал) / Научный вестник ЯНАО. 2000. Вып. 4. С. 16-22.

Мониторинг биоты полуострова Ямал в связи с развитием объектов добычи и транспортировки газа. Екатеринбург: "Аэрокосмология ", 1997. С.113-114.

Привольнев Т.И. Отношение пресноводных и проходных рыб к различной солености воды // Известия ВНИОРХ. 1964. Вып. 58. С. 58-83.

ABSTRACT. The burbot migration, size and age composition, maturity, fecundity and feeding ration in the Yamal peninsula' West Coast rivers have been investigated for a number of years. The data showed the lower burbot's growth and maturity in the Middle Yamal's rivers. Based on the obtained results, the population status was estimated before building railway branch and after that.

К ВОПРОСУ О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ СУДАКА *SANDER LUCIOPERCA* В ВОЛЖСКОМ ПЛЕСЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

И.Ф. Галанин

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Igor.Galanin@kpfu.ru

Судак в Куйбышевском водохранилище, помимо своего промыслового значения, является важным компонентом ихтиофауны водоема как хищник-мелиоратор. Этот вид, потребляя в основном мелкую непромысловую рыбу, способствует возрастанию рыбопродуктивности водоема. Биологические показатели судака в конце 90-х годов прошлого столетия, а также в первом десятилетии текущего столетия свидетельствуют об ухудшении состояния стада вида в условиях Волжского плеса Куйбышевского водохранилища (Кузнецов, Ислам, 2003, Кузнецов и др., 2012). В работе проведена оценка ряда количественных и качественных показателей судака на этом участке по материалам контрольных уловов в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в период 2009-2014 гг.

Контрольный вылов судака производился ставными сетями с размером ячей от 24 до 65 см. В течение летне-осеннего периода выполнялось 15-20 суточных сетепостановок полным набором сетей. Сбор и обработка материала велись в соответствии с общепринятыми методиками (Чугунова, 1959; Правдин, 1965).

Относительная численность судака за время наблюдений была максимальна в 2012 году и сокращается к 2014 г. (рис.1) По массе же наибольшие значения уловов приходятся на 2013 год. Подобное отличие динамики показателей относительной численности и массы были обусловлены характером преобладания отдельных поколений. В 2013 году большее значение имели более старые и крупные рыбы. Размах варьирования этих показателей численности и массы был сходен. Значения коэффициента вариации относительной численности и массы составили CV – 30,7 и 28,4% соответственно.

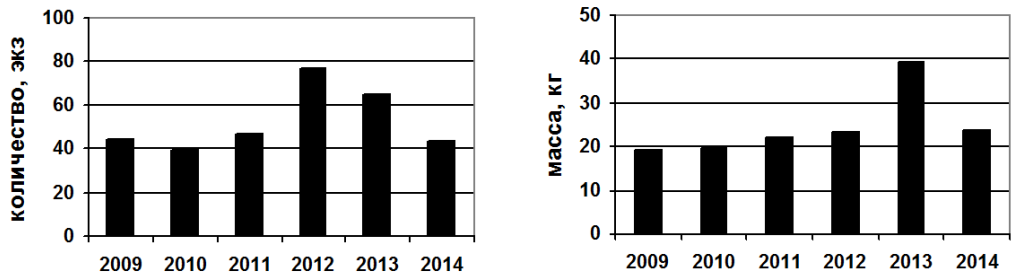


Рисунок 1 **- Показатели относительной численности и массы судака в контрольных уловах в Волжском плесе Куйбышевского водохранилища за вегетационные периоды 2009-2014 гг. (расчет на 15 промысловых усилий полным набором сетей)**

По численности в контрольных уловах судак составлял в разные годы от 6,4 до 12,1% вылова (рис.2). Поскольку судак относительно крупная рыба его значение в общей массе улова было выше 15,1-25,5%. Согласно данным рыбопромысловой статистики 2008-2014 гг. доля судака в общей массе улова не превышала 7,7% (О состоянии …, 2015). Отличия наших данных и материалов промысла могут быть объяснены как использованием в контрольных уловах более мелкоячейных сетей, так и особенностями локального распределения особей вида. В пользу первого обстоятельства следует отметить, что основу вылова давали сети именно мелкой ячейности. В разные годы не менее 70% всего судака добыто сетями с шагом ячеи 40 мм и менее. Постановка сетей проводилась в прирусловых и русловых участках, на которых в осенний период осуществлялся активный нагул. Просмотр желудков показал, что многие из пойманных особей пред поимкой активно питались излюбленным кормовым объектом судака - тюлькой.

При этом значения доли вида в контрольных уловах и относительные показатели количества и массы изменяются независимо друг от друга.

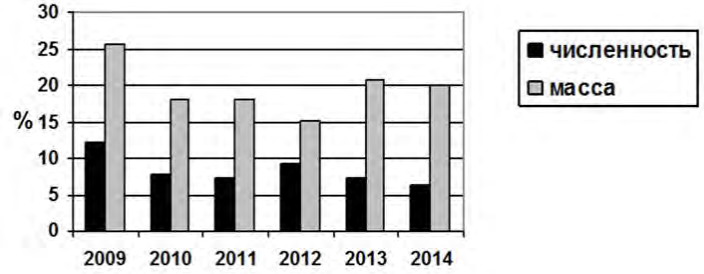


Рисунок 2 - **Доля судака в контрольных уловах в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища**

Размеры судака варьировали в достаточно широком диапазоне (рис. 3). Максимальная длина судака была зафиксирована в 2013 году. Была поймана самка длиной 79 см весом 4,62 кг, что значительно уступает потенциальным возможностям роста. В переделах ареала этот вид достигает размеров 130 см и массы до 18 кг, хотя в уловах чаще встречаются особи длиной 40-60 см и массой 1-3 кг (Попова, 2003). В условиях Волжско-Камского края судак может иметь длину более 1 м при массе свыше 10 кг (Кузнецов, 2005). В другие годы наблюдений самые крупные особи судака были значительно мельче и не достигали 60 см. Основу вылова составили некрупные особи, что отразилось на средних величинах размеров. В разные годы средняя длина варьировала от 30,1 до 35,8 см. По данным 1981-1983 гг. на том же участке наблюдений средние величины длины судака были значительно выше и колебалась от 39,6 до 44,3 см. По массе наблюдалась сходная картина: основу вылова составили рыбы с низкими для вида показателями массы.

Средние показатели массы в разные годы составляли от 476,7 до 697,2 г. Основу вылова составили рыбы до 800 г.

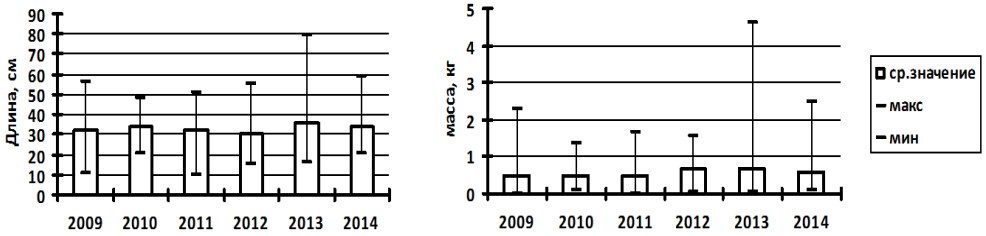


Рисунок 3 - **Размеры и вес особей судака в контрольных уловах верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в 2009-2014 гг.**

В сетных уловах молодые особи отдельных поколений начинают встречаться обычно с возраста 2+ и даже раньше, но до возраста 3+ часть особей вследствие небольших размеров не объячеивается (рис.). Поэтому доля пятилеток (4+) и старше обычно не превышает таковую для четырехлеток. Исключение составляет лишь рыбы поколения 2006 года, максимальная доля вылова которого приходится на пятилетний возраст. Всего за период наблюдений были встречены особи одиннадцати поколений 2001-2012 в возрасте до 10+. При достаточно высокой потенциальной продолжительности жизни возрастной ряд оказался обычно сужен и не превышает 6-7 поколений за один сезон. Исключение составляет 2013, когда было поймано несколько относительно старых особей в возрасте до 10+. Несмотря на это исключение, во все годы наблюдений основу вылова составили рыбы трех возрастов 3+, 4+ и 5+ (табл.). Спецификой сезонов является неодинаковое соотношение этих трех возрастных групп. Сравнение с аналогичными данными за восьмидесятые годы прошлого столетия отражает сохранение тенденции не только сокращения количества возрастов, но также роста значения в уловах относительно молодых рыб (Кузнецов и др., 1986; Хасанов, 1989; Кузнецов и др., 2012).

Если проследить изменение значения разных поколений в уловах (рис. 4), наиболее полно представлены рыбы поколения 2007 и 2009 годов рождения. Особи этих групп встречены в уловах всех лет периода наблюдений. Достаточно полно представлены и поколения 2006 и 2008 годов рождения. Все они характеризуют сходную картину убыли поколений. Пик вылова приходится на 3+ и 4+. В более старшем возрасте в результате промыслового и любительского изъятия доля таких рыб в уловах судака сокращается. Рыбы же в возрасте 6+ и старше составляют уже незначительную часть от общего количества выловленного судака (табл.). Если учитывать, что половое созревание самцов судака приходится на 4-5 лет, а самок на 5-6, основную массу вылова судака составляют впервые созревающие и молодые особи.

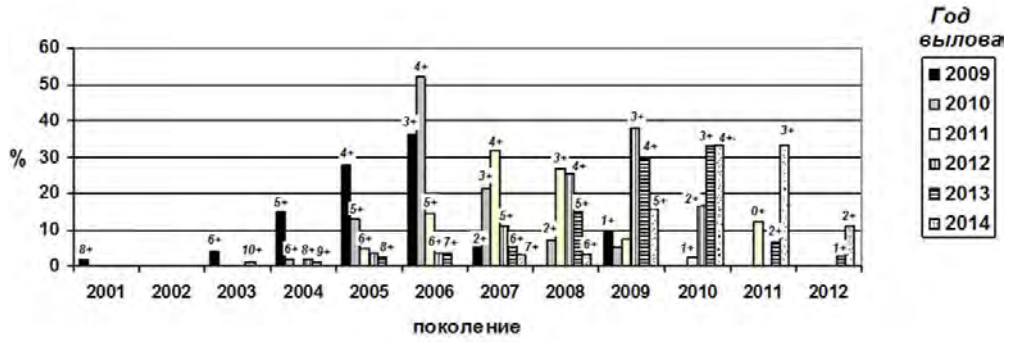


Рисунок 4 - **Значение (%) отдельных поколений в возрастной структуре уловов судака в 2009-2014 гг. в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища**

Сумма долей всех поколений за один сезон составляет 100%.

Таблица - Доля (%) разных возрастных групп в уловах судака в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища

Год вылова	n	Возрастные группы			Количество возрастных групп
		0+-2+	3+-5+	6+ и старше	
2009	39	15,2	79,6	5,2	7
2010	39	12,8	84,6	2,6	6
2011	41	21,9	73,2	4,9	7
2012	55	16,4	74,6	9,0	7
2013	88	9,1	77,3	13,6	10
2014	63	11,1	82,5	6,4	6
Среднее (2009-2014)		14,4	78,6	6,6	7,2

Таким образом, современное состояние размерно-весового и возрастного состава судака в условиях Волжского плеса Куйбышевского водохранилища отражает сохранение выявляемых ранее негативных признаков биологического перелова, когда основу популяции составляют относительно молодые и впервые созревающие рыбы.

Литература

Кузнецов В.А. Рыбы Волжско-Камского края. – Казань, 2005. – 208с.

Кузнецов В.А., Григорьев В.Н., Галанин И.Ф., Кузнецов В.В. Промыслово-биологическая характеристика судака *Sander lucioperca* в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2012. - Т.14, №1(8). - С. 1894-1897.

Кузнецов В.А., Ислам А. Состояние популяции судака в период дестабилизации экосистемы Куйбышевского водохранилища // Вестник Тат. отд. РЭА. – 2003. - № 2. – С. 25-28.

Кузнецов В.А., Сайфуллин Р.Р., Шамов А.Г., Хасанов Р.Т. Начальный этап формирования ихтиофауны Чебоксарского водохранилища и её состояние в верхней части Куйбышесвкого водохранилища // Начальные этапы формирования ихтиофауны Чебоксарского водохранилища и его влияние на нижерасположенные участки. – Казань: Изд-во Казан. ун-та.1986. – С. 69-114.

О состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан в 2014 году: государственный доклад. – Казань, 2015. – 531 с.

Попова О.А. Stizostedion lucioperca (Linnaeus, 1758) – обыкновенный судак //Атлас пресноводных рыб России. – М.: Наука, 2003. – Т.2 – С. 69-71.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). – М.:Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.

Хасанов Р.Т. Судак // Изучение основных компонентов водной экосистемы верхней части Куйбышевского водохранилища. – Казань: Изд-во Казан. ун-та.1989. – С. 131-135.

Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М.:Изд-во АН СССР, 1959. – 165 с.

ABSTRACT. Number, size, weight and age of pikeperch were studied in the upper part at the Volga Stretch of the Kuibyshev Reservoir in 2009-2014. It is established negative effect of over catching. Number share of older individuals in the catch reduced. More young and low-sized individuals dominated in the control catches.

ИЗМЕНЕНИЕ ПОПУЛЯЦИОННЫХ ОКАЗАТЕЛЕЙ МАССОВЫХ ВИДОВ РЫБ ВОДОЕМОВ УМЕРЕННОЙ ЗОНЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

Ю.В. Герасимов
Институт биологии внутренних вод РАН, Борок, gu@ibiw.yaroslavl.ru

Наблюдаемое потепление климата привело в Рыбинском водохранилище к увеличению средней продолжительности безледного периода с 193 до 220 дней (Литвинов, Законнова, 2014). До потепления переход температуры через 4 °С весной (установление гомотермии) наблюдался в среднем 6 мая, через 10 °С (начало биологического лета) — 19 мая, в настоящее время даты сместились на 4 и 16 мая соответственно. Аналогичная картина наблюдается осенью, когда даты обратного перехода приходятся на более поздние сроки (Литвинов, Законнова, 2014). В водохранилище значительно увеличилось количество декад с $T \geq 20$ °С.

Изменение термического режима в Рыбинском водохранилище привело к заметным изменениям в структурно-функциональной организации популяций многих видов рыб. Оно послужило основной причиной резкого снижения численности, доминировавшей до 1996 г., относительно холодолюбивой европейской корюшки (*Osmerus eperlanus*). Ухудшение кислородного режима в придонном слое заметно сказалось на численности популяции ерша (*Gymnocephalus cernuus*), одного из самых многочисленных мелких донных видов рыб Рыбинского водохранилища. В течение 1990-х гг. он практически исчез из уловов, тогда как в 1970–80-е гг. занимал третье по численности место в уловах донным тралом (до 20% общей численности) (Экологические факторы …, 1993). В середине 1990-х гг. корюшка полностью выпала из его спектра питания, а доля ерша сократилась с 20–27 до 2%.

Судак (*Sander lucioperca*). Все это негативно сказалось на темпе линейного и весового роста судака младших возрастов.

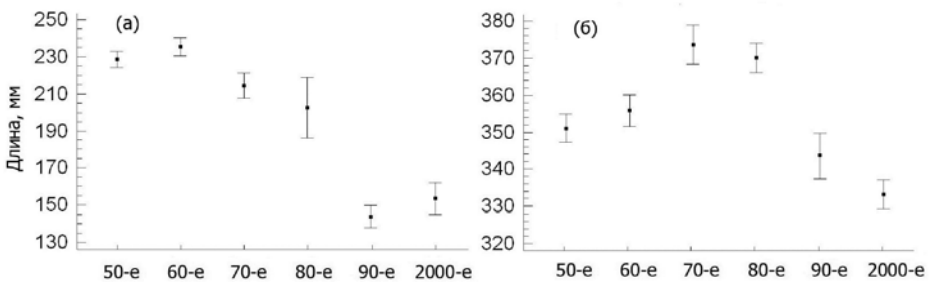


Рисунок 1 - **Динамика средней длины судака разных возрастных групп с 1950-х по 2000-е годы:** а– 1+; б – 3+

С 2000 г. доминирующим в пелагиали водохранилища становится новый для водохранилища вид – каспийская тюлька (*Clupeonella cultriventris*). Однако с её появлением возникла проблема с переходом ранней молоди судака на питание рыбной пищей, поскольку тюлька значительно более высокотелая, чем снеток (отношение длины к высоте тела у тюльки 3.3, у снетка 6.4). В период доминирования снетка в пелагических скоплениях сеголетки судака, перешедшие на хищное питание, составляли от 30 до 87%, при этом к осени они обгоняли в росте планктофагов почти в два раза. В 2000-е годы, при доминировании тюльки, количество сеголетков хищников составляло не более 10% (например, 2008 – 7%, 2009 – 9%). В аномально жаркое лето 2010 г. перешедшая на хищное питание молодь судака вообще не была отмечена. Это обусловлено тем, что при повышении температуры воды наблюдается быстрый рост кормовых объектов, что способствует их быстрому выходу из-под пресса молоди судака (Поддубный, 1971).

Налим (*Lota lota*). Налим — холодноводный вид и летом в Рыбинском водохранилище ведет малоактивный образ жизни, отстаиваясь под корягами, камнями, на склонах затопленных русел (Сергеев, 1959), где имеется выход более холодных грунтовых вод (Бакастов, 1960). С началом быстрого повышения температуры в 2000-е гг. совпало резкое снижение численности популяции налима, что сказалось на величине его учетных траловых (рис. 2) и промысловых (рис. 3) уловов.

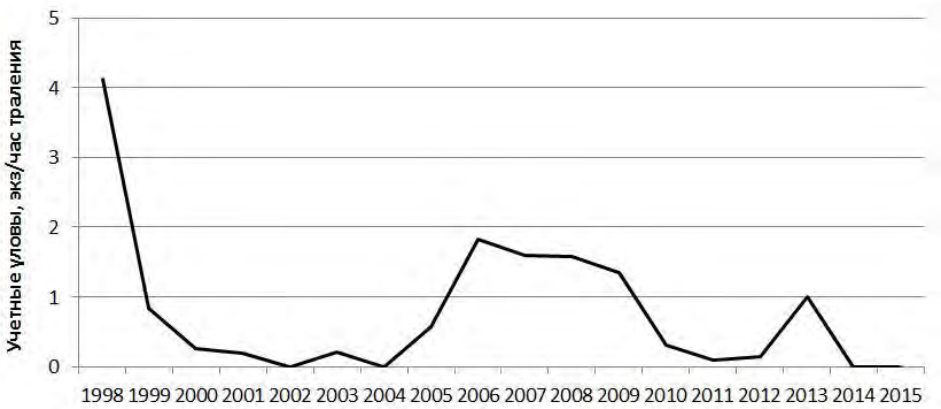


Рисунок 2 - **Динамика уловов налима учетным тралом в Рыбинском водохранилище за период с 1998 по 2013 гг.**

Численность популяции налима держалась на низком уровне до 2005 г. В 2006 г. было зарегистрировано увеличение численности популяции налима (рис. 2). Официальные промысловые уловы не показали этого увеличения, поскольку были ограничены установленной в период понижения его численности величиной допустимого улова (рис. 3).

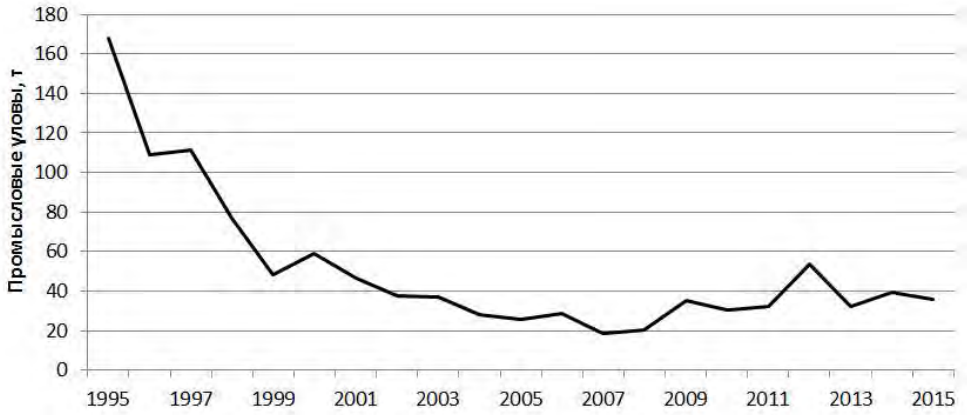


Рисунок 3 - **Динамика промысловых уловов налима в Рыбинском водохранилище за период с 1995 по 2013 гг.**

После повышения численности по результатам исследований 2007 г. появилось основание для увеличения промысловых квот на 2009 г. Зимние промысловые уловы налима в этот период состояли из особей 7 возрастных групп. Доминировали по численности особи в возрасте 3 и 4 года, т.е. поколения 2005–2006 гг. (рис. 4).

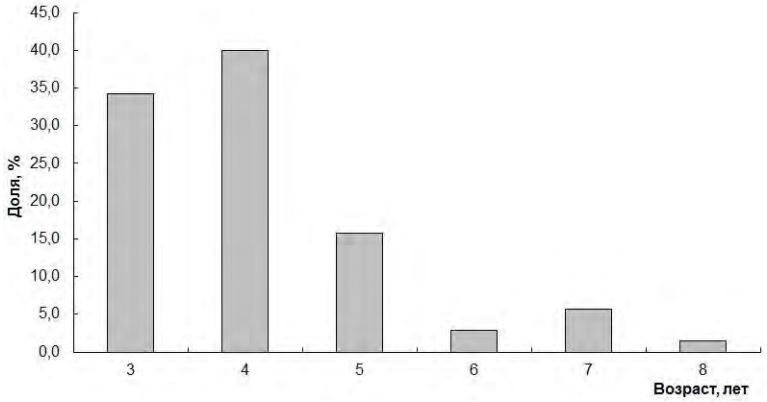


Рисунок 4 - **Возрастной состав налима в уловах промысловых ловушек в зимний период 2010 г.**

Но, в 2010 г. лето оказалось аномально жарким, температура воды в Рыбинском водохранилище в самый жаркий период в придонных слоях достигала 28 ºС. Это привело к очередному снижению численности налима (рис. 2), и в настоящее время пока нет определенных данных по поводу последующего развития популяции налима.

Помимо значительного снижения численности у налима в 2000-е гг. отмечено снижение темпа роста по сравнению с предыдущими годами. Это подтверждается результатами анализа уловов учетного трала (рис. 5).

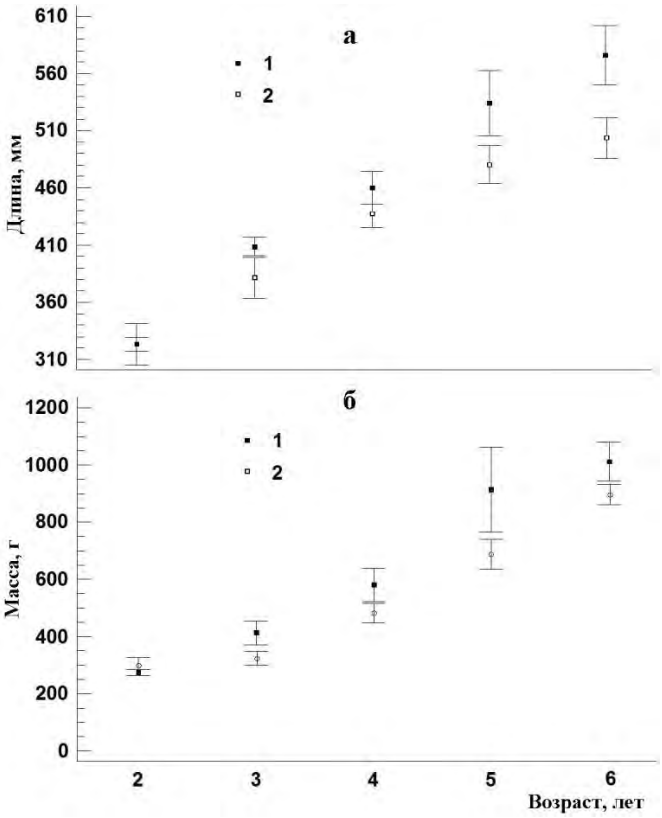


Рисунок 5 - **Длина (а) и масса (б) особей налима различных возрастных групп в траловых уловах в 1980-х (1) и 2000-х (2) гг.**

В траловых уловах достоверные различия в темпе роста отсутствуют только у двухлеток налима. Связано это с тем, что его молодь отличается большей теплоустойчивостью, чем взрослые рыбы и, как следствие, имеет высокую пищевую активность в летний нагульный период. Теплоустойчивость снижается только в возрасте 3+ … 4+ лет, т.е. в возрасте массового полового созревания. Во всех остальных возрастных группах темп роста особей, отловленных в 1980-е гг. выше, чем у особей из уловов 2000-х гг.

Снижение темпа роста холодноводных рыб при повышении температуры воды в последнее время отмечается и у других представителей арктического фаунистического комплекса (Wrona et al., 2006; Rijnsdorp et al., 2009).

Щука (*Esox lucius*). В тех водоемах, где у щук в течение летних месяцев есть возможность выбора, крупные особи предпочитают более глубокие местообитания, где температура ниже, чем на мелководьях (Casselman, Lewis, 1996; Иванова, Свирская, 2005; Pierce et al., 2013). Учитывая, что при температуре выше 20 °C пищевая активность щуки резко падает (Попова, 1971; Фортунатова, Попова, 1973; Casselman, 1978; Neumann et al., 1994), а оптимальные температуры для роста у неполовозрелых щук составляют 19–20°C (Casselman, 1978), половозрелых – 8-18 °C (Neumann et al., 1994), температурный режим в Рыбинском водохранилище в 2000-е гг. можно охарактеризовать, как неблагоприятный для щуки.

Летний прогрев всей толщи водной массы привел к существенному изменению популяционных показателей щуки Рыбинского водохранилища. Из-за чрезмерного прогрева придонных слоев воды, исчезли участки, где она могла бы пережидать неблагоприятный температурный режим, который в летние месяцы формируется на остальной акватории водохранилища. Что неблагоприятно сказалось на её темпе роста (рис. 6).

Ситуация изменилась в 2000-е гг. с увеличением среднемесячных температур воды в Рыбинском водохранилище, при этом летние температуры значительно превысили норму 1950–1960-х гг. (Литвинов, Законова, 2014). В 2000-е средние месячные температуры июля и августа составляли, соответственно, 21.7 и 19.8 °C (Литвинов, Законова, 2014), т.е. были выше оптимальных для роста щук. В некоторые годы в июле максимальная температура поверхности воды в пелагиали превышала 25 ºC. При этом прогревались и придонные слои, температура которых достигала 22 ºC.

В этих условиях выраженные периоды интенсивного линейного роста у крупных щук отсутствовали, отдельные годы интенсивного роста чередовались с годами с низким темпом роста. Индивидуальные кривые роста отличались большим разнообразием, и после 6-летнего возраста достоверного превышения среднего показателя роста щук из исследовательских уловов не наблюдалось ($p = 0.86$) (рис. 5). Средние годовые приросты особей старше 5 лет из выборки 2000-х гг. оказались достоверно ниже, чем у одновозрастных особей 1950-х гг.

Сходным у щук из обеих выборок оказалось то, что до 5-летнего возраста они росли с одинаковой скоростью, которая была более низкой, чем средний показатель скорости роста щук из исследовательских уловов (рис. 5а, б). Эти данные позволяют предположить что щуки, которые потенциально могут достигнуть крупных размеров, и в раннем возрасте плохо переносят высокую температуру, что негативно сказывается на их темпе роста.

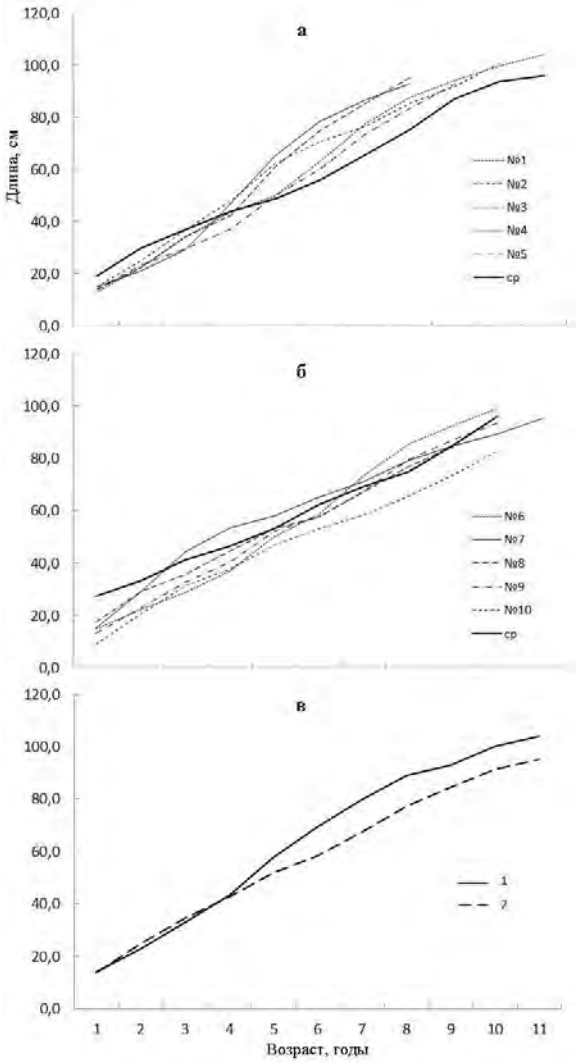


Рисунок 5 - **Линейный рост щуки Рыбинского водохранилища**

а) в 1960-е годы: 1−5 − индивидуальные кривые линейного роста крупных щук № 1−№ 5, построенные по методу обратных расчислений; ср. − кривая линейного роста щуки из исследовательских уловов в 1960-е годы (данные непосредственных измерений; по Пермитину, 1959);

б) в 2000-е годы (архив лаборатории экологии рыб ИБВВ РАН): 6−11 − индивидуальные кривые линейного роста крупных щук № 6−№ 11, построенные по методу обратных расчислений; ср. − кривая линейного роста щук из исследовательских уловов в 2000-е годы (данные непосредственных измерений);

в) осредненные кривые линейного роста крупных щук: 1 – в 1960-е гг. (№ 1−№ 5); 2 – в 2000-е годы (№6−№11).

Очевидно, что эффективное терморегуляторное поведение, которое наблюдается у щук старше 5 лет, у более молодых особей невозможно, во-первых, из-за того, что за пределами зоны зарослей возрастает опасность быть съеденными более крупными хищниками, а во-вторых, из-за отсутствия вне зарослей достаточного количества жертв доступных размеров (Pierce at al., 2013). Например, в двух мелководных озерах Онтарио мелкая половозрелая щука обычно ловилась в густых зарослях водных макрофитов, крупные особи чаще встречались среди более редкой растительности (Casselman, Lewis,1996). Точно такая же связь была обнаружена между размерами щуки и плотностью водных растений в небольшом (27 га) шведском озере (Eklov, 1997). Автор предположил, что мелкая щука предпочитает более густую растительность, чтобы избежать каннибализма со стороны более крупных особей и хищничества.

В 1950-е годы период интенсивного линейного роста у крупных щук начинался с 3−4 лет и продолжался 3–4 года подряд. К 6-летнему возрасту темп линейного роста крупных щук достоверно ($p<0.05$) превосходил средний показатель роста щук из исследовательских уловов (рис. 5).

В 5-годовалом возрасте, при длине более 40 см, щуки уже менее доступны для крупных хищников и способны эффективно питаться более крупными жертвами, что способствует их выходу на русловые участки водохранилища с более комфортным температурным режимом. В 1950-х гг. это приводило к ускорению их темпа роста (рис. 5а, в). В 2000-е гг. в связи с значительным потеплением климата и усилением прогрева толщи воды, выход на русловые участки водохранилища уже не способствовал столь значительному ускорению темпа роста, как это было в 1950-е гг. (рис. 5б).

Потепление в значительной мере повлияло на качество среды обитания рыб и состояние их кормовой базы, а на некоторые виды, относящиеся к холодноводным (корюшка, ряпушка и налим), оказало прямое негативное воздействие, лимитируя их численность. Поэтому дальнейшее развитие экосистемы Рыбинского водохранилища в значительной степени будет зависеть от определяющей тенденции в динамике температурного фактора. Похолодание, скорее всего, будет способствовать возвращению качественных и количественных показателей экосистемы водохранилища на уровень близкий к 1980-м гг. Дальнейшее потепление с чередованием теплых и аномально теплых лет, напротив, приведет к усилению дестабилизации экосистемы водохранилища.

Литература

Бакастов С.С. Некоторые данные по донным температурам Рыбинского водохранилища в подледный период // Биол. водохр. Бюлл. 1960. № 8–9. Л.: Наука. С. 62–66.

Берг Л.С. 1948. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М-Л.: Изд-во АН СССР. Ч. 1. 467 с.

Иванова М. Н., Свирская А. Н. Рост мелких и крупных сеголеток щуки Esox lucius в последующие годы жизни в мелководных прудах // Вопросы ихтиологии. 2005. Т. 45. № 3. С. 380–388.

Литвинов А.С., Законнова А.В. Экологические условия в Рыбинском водохранилище при потеплении климата // Географ. вестн. 2014. № 2 (29). С. 41–45.

Поддубный А.Г. Экологическая топография популяции рыб в водохранилищах // Л.: Наука. 1971. 312 С.

Попова О.А. Биологические показатели щуки и окуня в водоемах с различным гидрологическим режимом и кормностью // Закономерности роста и созревания рыб. М.: Наука. 1971. С. 102–152.

Сергеев Р.С. Материалы по биологии налима Рыбинского водохранилища // Тр. Ин-та биол. водохранилищ АН СССР. 1959. Вып. 1 (4). С. 235−258.

Фортунатова К.Р., Попова О.А. Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб в дельте Волги. М.: Наука. 1973. 298 с.

Экологические факторы пространственного распределения и перемещения гидробионтов // С-Петербург: Гидрометеоиздат. 1993. 333 с.

Casselman J.M. Effects of environmental factors on growth, survival, activity, and exploitation of northern pike // Amer. Fish. Soc. Spec. Publ. 1978. V. 11. P. 114–128.

Casselman J. M., Lewis C. A. Habitat requirements of northern pike (Esox lucius). Canad. J. Fish. Aquat. Sci. 1996. V. 3 (Suppl. 1). P. 161–174.

Eklov P. Effects of habitat complexity and prey abundance on the spatial and temporal distributions of perch (Perca fluviatilis) and pike (Esox lucius) // Canad. J. Fish. Aquat. Sci. 1997. V. 54. P. 1520–1531.

Neumann R.M., Willis D.W., Sammons S.M. Seasonal growth of Northern Pike (Esox lucius) in a South Dakota Glacial Lake // J. Freshwater Ecol. 1994. V. 9. № 3. P. 191—196.

Pierce R. B., Carlson A. J., Carlson B. M., Staples D. F. Depths and thermal habitat used by large versus small Northern Pike in three Minnesota lakes // Trans. Amer. Fish. Soc. 2013. V. 142. P. 1629–1639.

Rijnsdorp A.D., Peck M.A., Engelhard G.H., Möllmann C., Pinnegar J.K. Resolving the effect of climate change on fish populations // ICES Journal of Marine Science. 2009. Vol. 66. P. 1570 – 1583.

Wrona F.J., Prowse T.D., Reist J.D., Hobbie J.E., Levesque L.M.J., Vincent, W.F. Climate impacts on Arctic freshwater ecosystems and fisheries: background, rationale and approach of the Arctic Climate Impact Assessment (ACIA) // Journal of the Human Environment. 2006. Vol. 35. P. 326 – 329.

ABSTRACT. . Climate warming has led to an increase of water temperature. Change of the thermal regime has led to significant fluctuations of structure-functional organization of multiple fish species. It has affected such cold-water as smelt, burbot and pike at most. It has indirectly affected population indices of zander, perch and roach through food organisms.

ИЗМЕНЕНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ БОЛЬШОГО ГОРНОГО ОЗЕРА ПРИ КОЛЕБАНИЯХ ПЛОТНОСТИ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ И ВСЕЛЕНИИ НОВОГО ВИДА ПЛАНКТОННЫХ РАКООБРАЗНЫХ (НА ПРИМЕРЕ ОЗ. СЕВАН, АРМЕНИЯ)

Ю.В. Герасимов[1], А.В. Крылов[1], А.О. Айрапетян[2], С.А. Акопян[2], Д.Б. Косолапов[1], Б.К. Габриелян[2]

[1]Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок
[2]Институт гидроэкологии и ихтиологии НЦЗГЭ НАН РА, Ереван, Армения
[1]krylov@ibiw.yaroslavl.ru, [2]armmino@yandex.com

Изучение зависимости экологического состояния водоемов от состава и плотности рыбного населения остается приоритетной задачей гидробиологических исследований. Особое значение это имеет для больших водоемов, включая уникальные горные озера, которые широко распространены в Альпах, Пиренеях, Андах, Татрах, Гималаях, на Кавказе, Памире и в других горных системах нашей планеты. Они являются объектом интенсивных научных исследований (Straskrabova et al., 1999). Биота горных озер существует в условиях, которые традиционно рассматриваются как экстремальные. Вода этих озер отличается низким содержанием минеральных и биогенных элементов, а организмы, их населяющие, вынуждены существовать в этих олиготрофных и ультраолиготрофных условиях, при низких температурах и интенсивном воздействии повышенной солнечной радиации, особенно ее УФ спектра.

В олиготрофных горных озерах планктонные трофические сети, как правило, имеют простую структуру. Фильтрующий зоопланктон обычно не достигает высокой численности (Fott et al., 1992). Из-за дефицита биогенных элементов фитопланктон также развит слабо, в его составе существенную долю занимает пикопланктон. В результате, с уменьшением уровня трофии озер возрастает вклад бактерий в общую биомассу планктона, и в отсутствие «контроля сверху» в планктоне доминируют микроорганизмы.

На горные озера существенное воздействие оказывает происходящее в современный период потепление климата. Увеличение температуры воды, изменения скорости и направления ветров, количества выпадающих осадков влияют на продолжительность и интенсивность температурной стратификации озер, длительность ледоставного периода, глубину проникновения света, что существенным образом сказывается на продуктивности водных экосистем и видовом составе населяющих их организмов. Кроме того, изменяющиеся условия среды способствуют попаданию и натурализации в водоемах новых видов, как из числа чужеродных, так и из состава регионального пула видов.

Крупнейший водоем Кавказа — оз. Севан, в ряду горных озер выделяется наличием существенных антропогенных преобразований. Севан до развала СССР относился к числу наиболее изученных водоемов, на котором проводились исследования, связанные с изучением изменения экосистемы при искусственном снижении уровня воды, которое повлекло значительное ухудшение его экологического состояния (Оганесян, 1994). Проблема Севана - важнейшая социально-экономическая проблема Армении. Деградация озера чревата изменением режима поверхностных и подземных вод, общей аридизацией, потерей уникального рекреационного объекта и источника питьевого водоснабжения. Население бассейна озера 240 тыс. человек; здесь расположены 5 городов и 87 сел, жизнь которых определяется и экологическим состоянием оз. Севан. Международными конференциями и организациями по ряду аспектов проблема Севана отнесена к разряду глобальных. С целью восстановления природных условий озера с 2002 г. началось плановое увеличение уровня воды, что закреплено в двух Государственных Законах Республики Армения.

Данные комплексных исследований оз. Севан показали, что в период 2005-2014 гг. его экосистема претерпела наиболее значительные за всю историю изучения водоема изменения. Одно из ярких проявлений трансформации экосистемы - изменения зоопланктона, которые были спровоцированы увеличением уровня воды, в ходе которого затапливались разнотипные участки побережья. Благодаря этому в озеро попали новые виды беспозвоночных, в результате в 2014 г. было отмечено 64 вида зоопланктеров, в то время как в 2005–2009 гг. их насчитывалось 35 (Крылов и др., 2010), а в 1947–1961 гг. - 11 (Мешкова, 1975), в 1972–1985 гг. - 15 (Симонян, 1991). Особое значение для экосистемы имеют виды, занимающие доминирующее положение. С 2005 г. в составе зоопланктона озера появился и в отдельные сезоны доминирует *Diaphanosoma* sp. (Крылов и др., 2007) (*D. brachyurum* Lievin, либо, возможно, *D. lacustris* Kořinek, 1981 emend. Korovchinsky, либо в водоеме обитает два вида этого рода). С 2011 г. в оз. Севан доминирующее положение заняла *Daphnia (Ctenodaphnia) magna* Straus (Герасимов, Крылов, 2012; Крылов и др., 2013 *а*, *б*), попавшая в водоем и достигшая в пелагиали высокой численности и биомассы в период максимального снижения количества рыб (рис.), основу которых составляют серебряный карась (*Carassius auratus gibelio* Bloch.) и сиг (*Coregonus lavaretus* Linnaeus).

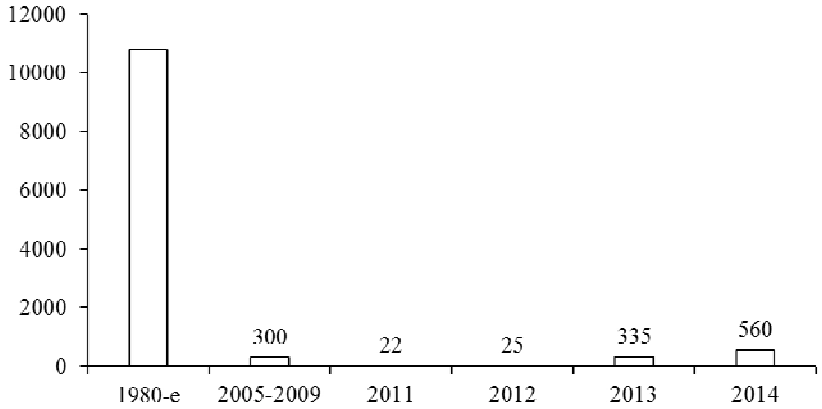


Рисунок - **Динамика ихтиомассы (т) оз. Севан**

Благодаря *Daphnia magna* в оз. Севан в 2011–2014 гг. количественные показатели зоопланктона достигли наибольших за период наблюдений значений, сократилось удельное число видов коловраток, а также доля Rotifera и Copepoda в общей биомассе, возросла биомасса Cladocera (Крылов и др., 2013 *а*, *б*, 2015, 2016).

При сокращении плотности рыб и преобладании ракообразных-фильтраторов, по сравнению с периодом относительной стабилизации уровня воды (1982–1985 гг. (Оганесян, 1994)) и начальным периодом его повышения (2005–2009 гг.) увеличилась прозрачность воды (табл. 1).

Таблица 1 - **Прозрачность воды (м) оз. Севан в разные периоды изучения**

Годы	Малый Севан	Большой Севан
1982–1985	4.9	5
2005–2009	5.1±0.5	4.6±0.4
2010–2014	10.4±0.4	9±0.4

Большую роль ракообразные-фильтраторы стали играть и в формировании количественных характеристик фитопланктона. В июле 2011–2014 гг., по сравнению с данными, полученными в начальный период повышения уровня воды (2005–2009 гг.), средняя численность фитопланктона в пелагиали озера сократилась в среднем в 4.3 раза, биомасса — в 5.1 раза. В октябре 2011–2014 гг. средняя численность фитопланктона в озере была в 4.1 раза меньше, чем 2005–2009 гг., биомасса — в 4.6 раза. О значительном уменьшении (~ в 5 раз) величин первичной продукции озера свидетельствуют также изменения качественного состава и количественных характеристик зообентоса. Расчетные величины первичной

продукции озера в 2011–2014 гг. были сопоставимы с таковыми в 1939–1959 гг., когда оз. Севан сохраняло статус олиготрофного водоема. Однако, в 2011–2014 гг. величины первичной продукции определялись не трофическим статусом водоема, а преобладанием процесса выедания водорослей зоопланктерами. Аналогичная ситуация наблюдалось при биоманипуляциях, в ходе которых возрастало количество хищных рыб и сокращалось количество планктоядных (Hrbaček et al., 1961; Brooks, Dodson, 1965) или рыбы отсутствовали вовсе (Andersson et al., 1978). Снижение обилия или отсутствие "контроля сверху" в этих случаях также способствовало росту численности ветвистоусых рачков, которые активно потребляли водоросли, в результате чего увеличивалась прозрачность воды, уменьшались величины первичной продукции и т.д. Кроме того, в оз. Севан Cladocera играли роль ключевого "хищника" и для компонентов микробной сети, как это наблюдалось и в других водоемах (Jurgens, 1994; Jurgens, Matz, 2002; Lampert, 2011).

Кратко представленные особенности структуры некоторых компонентов биоты оз. Севан в период 2010–2014 гг. свидетельствуют о значительных изменениях его экосистемы, а также о том, что большую роль в этом сыграли ветвистоусые ракообразные. Однако количество самих Cladocera зависит от влияния множества факторов, среди которых одну из ведущих ролей играет контроль со стороны рыбного населения.

Плотность и биомасса рыб в водоеме значительно колеблется, причем, по сравнению с данными, полученными в 80-е гг. прошлого века, ихтиомасса заметно сократилась, достигнув минимальных величин в 2011–2012 гг. (рис.). Однако сочетание благоприятных условий нереста, богатая кормовая база и снижение браконьерской нагрузки способствовало увеличению биомассы рыб в 2013 и 2014 гг. в пелагиали озера (рис.). При этом возрастали количество и доля основных планктофагов — сигов. При увеличении ихтиомассы в летний сезон (июль) в оз. Севан достоверно снижались общая биомасса зоопланктона и биомасса Cladocera, в общей численности и биомассе возрастала доля Copepoda, повышались удельное число видов, величины индекса Шеннона, увеличивались численность и биомасса *D. hyalina* и *Diaphanosoma* sp., а аналогичные показатели *Daphnia magna* — снижались (Крылов и др., 2016 *а*). Все это полностью согласуется с данными, полученными в малых водоемах и в мезокосмах, где при повышении контроля сверху сокращалось количество крупных видов Cladocera, и создавались условия для сосуществования большего числа видов вследствие ослабления межвидовой и внутривидовой конкуренции (Фенева и др., 2007; Hrbaček et al., 1961; Shurin, 2000; Declerck, De Meester, 2003; Gliwicz, 2003). Однако при повышении обилия рыб осенью (октябрь) часть изменений зоопланктона были нетипичными (Крылов и др., 2016 *б*) и противоречили литературным данным (Гиляров, 1987; Hrbaček et al., 1961; Hrbaček, 1962; Brooks, Dodson, 1965; Shapiro, Wright, 1984). В частности, общая численность и биомасса зоопланктона, как и численность и биомасса ветвистоусых ракообразных при доминировании *D. magna* были больше (2013 г.) или оставались

на уровне (2014 г.) величин, зафиксированных при минимальном количестве рыб (2011 и 2012 гг.).

В ходе исследования показано, что последствия резкого увеличения плотности рыб для зоопланктона большого глубоководного озера могут определяться сезонными и межгодовыми изменениями температуры воды, а также количественными и качественными характеристиками их кормовых объектов (Крылов и др., 2016 *б*). Известно (Алимов, 2002), что значение контроля сверху зависит от трофического статуса водоема: в высокотрофных водах изменения плотности рыб отражаются на зоопланктоне в меньшей степени, чем в олиготрофных. О повышении трофности и об улучшении кормовой базы зоопланктеров оз. Севан осенью свидетельствует увеличение численности и биомассы бактерио- и фитопланктона (Крылов и др., 2016 *б*). Важно отметить, что определенную роль в повышении трофности и, как следствие, изменении численности, биомассы и качественного состава пищи ракообразных-фильтраторов — фито- и бактериопланктона - может играть количество фосфора, экскретируемого Cladocera (табл. 2).

При большем обилии рыб наблюдаются изменения и других характеристик зоопланктона. Так, на протяжении всего периода исследований наибольшим количеством рыб отличался Большой Севан (Габриелян, 2010; Герасимов и др., 2010). Например, в октябре 2012 г. в Большом Севане ихтиомасса была в 11.4 раза больше, чем в Малом. В это время средняя индивидуальная масса зоопланктеров в Большом Севане составляла 0.047 ± 0.010 мг, а в Малом была больше - 0.067 ± 0.013 мг, также достоверно изменялась и средняя индивидуальная масса *Diaphanosoma* sp. (в Большом Севане она составляла 0.055 ± 0.002, в Малом - 0.061 ± 0.002 мг) и *Daphnia magna* (соответственно 1.16 ± 0.16 и 1.73 ± 0.37 мг) (Крылов и др., 2013 *а*). Кроме того, в Большом Севане значимо возрастала биомасса Copepoda (коэффициент корреляции Пирсона $r = 0.90$, $P = 0.05$, $n = 16$) и уменьшалась биомасса Cladocera ($r = -0.91$).

Известно, что, с одной стороны, рыбы выбирают наиболее заметные пищевые объекты, с другой, способны переключаться на более многочисленные, независимо от их размера (Murdoch, 1969; Murdoch et al., 1975; Gliwicz, 2002). Однако в любом случае, выедание крупных и/или многочисленных организмов должно благоприятствовать снижению степени доминирования одного вида по биомассе и/или по численности, то есть повышению выравненности сообщества. Скорее всего, именно бóльшая степень контроля сверху в Большом Севане (табл. 3) способствовала увеличению здесь значений индексов Шеннона зоопланктона в пелагиали по сравнению с данными, полученными в Малом Севане (табл. 3). Эта причина могла также определять и различия величин индексов при разном количестве рыб в Малом и в Большом Севане при снижении ихтиомассы в 2011–2014 гг., когда фиксировалось уменьшение индексов Шеннона по сравнению с данными 2005–2009 гг.

Таблица 2 - **Содержание фосфора, ассимилированного в биомассе и скорость его экскреции *Daphnia hyalina* (I), *Diaphanosoma* sp. (II) и *Daphnia magna* (III)**

Вид	2005-2009				2013				2014			
	Июль		Октябрь		Июль		Октябрь		Июль		Октябрь	
	M	m	M	m	M	m	M	m	M	m	M	m
Содержание фосфора, ассимилированного в биомассе зоопланктона (гР/м^3)												
Малый Севан												
I	0,01869	0,00229	0,00023	0,00012	0,01204	0,00452	0,00010	0,00008	0,01388	0,00436	0,00008	0,00003
II	0.00008	0.00001	0.00161	0.00042	0.00024	0.00011	0.00396	0.00132	0.00025	0.00007	0.00225	0.00051
III	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02274	0.01177	0.02272	0.000881	0.01432	0.00538	0.00790	0.00385
Большой Севан												
I	0,01384	0,00169	0,00053	0,00027	0,00941	0,00291	0,00029	0,00027	0,01538	0,00501	0,00002	0,00001
II	0,00013	0,00003	0,00054	0,00012	0,00024	0,00013	0,00461	0,00147	0,00097	0,00029	0,00303	0,00072
III	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,01387	0,00685	0,04253	0,01096	0,00699	0,00299	0,01956	0,00679
Скорость экскреции фосфора зоопланктоном (гР/(м^3×сут))												
Малый Севан												
I	0,35790	0,07740	0,00401	0,00179	0,12966	0,04845	0,00062	0,00062	0,19363	0,07087	0,00101	0,00050
II	0,01147	0,00232	0,08655	0,02899	0,02945	0,00692	0,46452	0,11045	0,03763	0,01810	0,19376	0,03711
III	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00920	0,00185	0,01327	0,00529	0,01011	0,00622	0,00495	0,00416
Большой Севан												
I	0,26501	0,05731	0,00581	0,00200	0,05826	0,01775	0,00297	0,00297	0,21136	0,07270	0,00021	0,00011
II	0,01014	0,00205	0,04155	0,01452	0,02820	0,00803	0,47108	0,10698	0,11035	0,05181	0,27562	0,05424
III	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00558	0,00093	0,03123	0,00711	0,02196	0,00771	0,00848	0,00326

Следовательно, наиболее яркие изменения экологического состояния оз. Севан в период 2011–2014 гг. произошли за счет появления *D. magna*. Крупные дафнии признаны важным компонентом в развитии понятий "трофических каскадов" в пресных водах (Carpenter et al., 1985; Lampert, 2011). Их изучение позволило традиционное представление "контроля восходящего" (больше питательных веществ → больше фитопланктона → больше зоопланктона → больше планктоноядной рыбы → больше хищной рыбы) заменить понятием "нисходящего контроля" (больше хищной рыбы → меньше планктоядной рыбы → больше зоопланктона → меньше фитопланктона → неиспользованные питательные вещества) (Lampert, 2011). И в оз. Севан, благодаря фильтрационной деятельности планктонных ветвистоусых ракообразных и, в частности, *D. magna*, в 2–3 раза увеличилась прозрачность воды, регулируется количество фитопланктона и компонентов микробной сети.

Таблица 3. **Ихтиомасса (т) и величины индекса Шеннона, рассчитанные по численности и биомассе зоопланктона, в Малом и Большом Севане в 2005–2009 и 2011–2014 гг.**

Показатель	2005–2009		2011–2014	
	Малый Севан	Большой Севан	Малый Севан	Большой Севан
Сиг	58.8	140.6	30.25	50.5
Карась	21.6	68	27	69.75
H_{NZoo}, бит/экз.	2.37±0.11	2.45±0.10	2.03±0.17	2.27±0.09
H_{BZoo}, бит/г	1.58±0.07	1.63±0.12	1.23±0.15	1.57±0.15

Сезонная и межгодовая динамика планктонных Cladocera и, соответственно, остальных элементов биоты озера, определяется уровнем кормовой базы и колебаниями количества рыб-планктофагов. При этом реакция зоопланктона на увеличение плотности рыб зависит от сезонных и межгодовых вариаций температуры воды, а также кормовой базы, определенную роль в изменении которой может играть количество фосфора, экскретируемого ветвистоусыми ракообразными, в первую очередь, более мелкими *Diaphanosoma* sp. и *Daphnia hyalina*.

Дальнейшее состояние экосистемы оз. Севан во многом будет зависеть от количества рыб. Без должного контроля сверху крупные массово развивающиеся дафнии представляют собой скрытую опасность, т.к. в их теле содержание биогенных веществ превышает таковое во многих организмах, в том числе в диатомовых водорослях и цианобактериях. Следовательно, при их отмирании и разложении в воду может поступать большое количество фосфора и азота. И можно предположить, что при сохранении низкой ихтиомассы трофический статус озера повысится, причем, продукционно-деструкционные процессы

сместятся к контурным группировкам, благодаря чему увеличится степень зарастания макрофитами, разовьются обрастания и донная фауны (Техно-экосистема … 2010; Протасов, 2011, 2013).

В целом, данные, полученные после натурализации *D. magna* (в период 2010–2014 гг.), позволяют заключить, что экологическое состояние оз. Севан характеризовалось признаками и свойствами, типичными для крупных водоемов мезозоя — псевдоолиготрофных. Отличительной чертой их организации были: быстрая оборачиваемость органического вещества и низкая сапробность при высокой продуктивности за счет развития планктонных хаоборид (Жерихин, 2003), роль которых в оз. Севан выполняла вселившаяся и достигшая массового развития *D. magna*.

Литература

Габриелян Б.К. Рыбы озера Севан. Ереван: Гитутюн, 2010. 252 с.

Герасимов Ю.В., Габриелян Б.К., Малин М.И., Рубенян А.Р. Многолетняя динамика запасов рыб озера Севан и их современное состояние // Экология озера Севан в период повышения его уровня. Результаты исследований Российско-Армянской биологической экспедиции по гидроэкологическому обследованию озера Севан (Армения) (2005–2009 гг.). Махачкала: Наука ДНЦ, 2010. С. 249–278.

Герасимов Ю.В., Крылов А.В. Влияние рыб на зоопланктон озера Севан (Армения) // Актуальные проблемы планктонологии: Тез. докл. Калининград, 2012. С. 90–91.

Гиляров А.М. Динамика численности пресноводных планктонных ракообразных. М.: Наука, 1987. 191 с.

Жерихин В.В. Избранные труды по палеоэкологии и филоцелогенетике. Москва: Тов-во научн. изданий КМК, 2003. 542 с.

Крылов А.В., Акопян С.А., Никогосян А.А. Современный видовой состав зоопланктона озера Севан в осенний период // Биология внутр. вод. 2007. № 4. С. 48–54.

Крылов А.В., Акопян С.А., Никогосян А.А., Айрапетян А.О. Зоопланктон озера Севан и его притоков // Экология озера Севан в период повышения его уровня. Результаты исследований Российско-Армянской биологической экспедиции по гидроэкологическому обследованию озера Севан (Армения) (2005–2009 гг.). Махачкала: Наука ДНЦ, 2010. С. 168–200.

Крылов А.В., Герасимов Ю.В., Габриелян Б.К., Борисенко Э.С., Акопян С.А., Никогосян А.А., Малин М.И., Овсепян А.А. Зоопланктон озера Севан в период продолжающегося повышения уровня воды и снижения плотности рыб // Биология внутр. вод. 2013 *а*. № 3. С. 37–45.

Крылов А.В., Романенко А.В., Овсепян А.А., Никогосян А.А., Айрапетян А.О., Герасимов Ю.В., Малин М.И. Планктон пелагиали оз. Севан (Армения) при низкой плотности

рыб и увеличении уровня воды // Изв. Самарск. науч. центра РАН. 2013 *б*. Т. 15, № 3–7. С. 2250–2257.

Крылов А.В., Романенко А.В., Герасимов Ю.В., Борисенко Э.С., Айрапетян А.А., Овсепян А.А., Габриелян Б.К. Распределение планктона и рыб озера Севан (Армения) // Биология внутр. вод. 2015. № 1. С. 60–70.

Крылов А.В., Айрапетян А.О., Герасимов Ю.В., Малин М.И. Изменения структурных показателей летнего зоопланктона пелагиали озера Севан при увеличении численности и биомассы рыб // Биология внутр. вод. 2016 *а*. № 1. С. 80–85.

Крылов А.В., Айрапетян А.О., Болотов С.Э., Герасимов Ю.В., Малин М.И., Косолапов Д.Б., Овсепян А.А. Нетипичное изменение осеннего зоопланктона пелагиали озера Севан (Армения) при увеличении численности рыб // Биология внутр. вод. 2016 *б*. (*в печати*)

Мешкова Т.М. Закономерности развития зоопланктона в озере Севан. Ереван: АН Арм. ССР, 1975. 275 с.

Оганесян Р.О. Озеро Севан вчера, сегодня... Ереван: Изд-во НАН РА “Гитутюн”, 1994. 478 с.

Протасов А.А. Жизнь в гидросфере. Очерки по общей гидробиологии. Киев: Академпериодика, 2011. 704 с.

Протасов А.А. Концептуальные модели процессов контуризации в водных экосистемах // Гидробиол. журнал. 2013. Т. 49, № 5. С. 3–22.

Симонян А.А. Зоопланктон озера Севан. Ереван: Изд-во АН Армении, 1991. 299 с.

Техно-экосистема АЭС. Гидробиология, абиотические факторы, экологические оценки / Ред. А.А. Протасов. Киев: Институт гидробиологии НАН Украины, 2010. 234 с.

Фенева И.Ю., Разлуцкий В.И., Палаш А.Л. Экспериментальное изучение влияния хищничества и конкуренции на видовую структуру сообществ ветвистоусых ракообразных // Биология внутр. вод. 2007. № 3. С. 41–47.

Brooks J.L., Dodson S.I. Predation, body size, and composition of plankton // Science. 1965. V. 150. P. 28–35.

Carpenter S.R., Kitchell J.A., Hodgson J.R. Cascading trophic interactions and lake productivity // Bioscience. 1985. V. 35. P. 634–639.

Declerck S., De Meester L. Impact of fish predation on coexisting *Daphnia* taxa: a partial test of the temporal hybrid superiority hypothesis // Hydrobiologia. 2003. Vol. 500. P. 83–94.

Gliwicz Z.M. On the different nature of top-down and bottom-up effects in pelagic food webs // Freshwater Biology. 2002. V. 47. P. 2296–2312.

Gliwicz Z.M. Between hazards of starvation and risk of predation. Oldendorf/Luhe: International Ecology Institute, 2003. 379 p.

Hrbaček J. Species composition and the amount of zooplankton in relation to the fish stock // Rozpr. Cesk. Akad. 1962. Ved 72 (10). 116 p.

Hrbaček J., Dvorakova M., Korinek V., Prochazkova L. Demonstration of the effect of the fish stock on the species composition of zooplankton and the intensity of metabolism of the whole plankton assemblage // Verh. Int. Ver. Theoret. Angew. Limnol. 1961. V. 14. P. 192–195.

Jurgens K. Impact of *Daphnia* on planktonic microbial food webs – review // Mar Microb Food Webs. 1994. V. 8. P. 295–324.

Jurgens K., Matz C. Predation as a shaping force for the phenotypic and genotypic composition of planktonic bacteria // Antoni van Leeuwenhoek. 2002. V. 81. P. 413–434.

Lampert W. Daphnia: development of a model organism in ecology and evolution. Oldendorf/Luhe: International Ecology Institute, 2011. 263 p.

Murdoch W.W. Switching in general predators: experiments on predator specificity and stability of prey populations // Ecological Monographs. 1969. V. 39. P. 335–354.

Murdoch W.W., Avery S., Smyth M.E.B. Switching in predatory fish // Ecology. 1975. V. 56. P. 1094–1105.

Shapiro J., Wright D.I. Lake restoration by biomanipulation // Freshwater Biol. 1984. V. 14. P. 371–383.

Shurin J.B. Dispersal limitation, invasion resistance, and the structure of pond zooplankton communities // Ecology. 2000. Vol. 81, N 11. P. 3074–3086.

Straskrabova V., Callieri C., Carrillo P. et al. Investigations on pelagic food webs in mountain lakes – aims and methods // J. Limnol. 1999. V. 58. N 2. P. 77–87.

ABSTRACT. Fluctuations of some ecosystem components of a large mountain Lake Sevan (Armenia) experiencing substantial anthropogenic influence, mainly water level change and fish abundance fluctuations are shown. As a result of human activity leading position in the formation of ecological state of the lake was occupied by cladoceran crustaceans, including species new for the lake.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ АДАПТАЦИИ РЫБ ВЕРХНЕЙ И СРЕДНЕЙ ВОЛГИ

В.К. Голованов, А.К. Смирнов, Д.С. Капшай, Н.С. Некрутов
Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, п. Борок,
vkgolovan@mail.ru

Глобальное потепление на Земле реально доказано и продолжает свое неотвратимое действие (Клиге и др., 1998; Изменения …, 2002). Это выражается, прежде всего, в более теплых зимах, в разбалансировке экосистем, что приводит к учащению стихийных бедствий, а также в возникновении аномальных ситуаций аналогично лету 2010 г. Существуют и другая точка зрения, заключающаяся в том, что в ближайшее время может начаться очередной долговременный процесс похолодания (Кляшторин, Любушин, 2005). Однако и в данном случае многие исследователи констатируют тот факт, что этот процесс также будет проходить на фоне глобального потепления. Многолетние исследования гидрологических характеристик Рыбинского водохранилища позволяют предположить, что потепление затронуло и регион Верхней Волги, а возможно, и Средней Волги (Литвинов, Законнова, 2012; Литвинов и др., 2015). Характерно, что для России с ее относительно северным расположением в сравнении со многими странами Европы и США, процесс потепления выражен более сильно. Вопрос влияния потепления климата на реакции морских и пресноводных рыб и беспозвоночных все чаще становится предметом обсуждения в многочисленных статьях, а кроме того – на международных и российских конференциях. Еще один аспект влияния возрастающей температуры водной среды заключается в том, что год от года растут объемы подогретых вод от АЭС, ГРЭС и крупных промышленных предприятий, усиливается антропогенное воздействие на водоемы, а также возрастает опасность инвазий видов-вселенцев.

Аборигенная ихтиофауна водоемов всей Европейской части России насчитывает 117 видов (Атлас…, 2002). После целенаправленных интродукций, а также в результате саморасселения она пополнилась 17 новыми видами, ее состав в настоящее время насчитывает 134 вида (Кудерский, 2005). Вместе с тем, в бассейнах крупных рек и морей северо-запада России общее количество видов сравнительно невелико. Так, например, в бассейне Верхней Волги в конце прошлого века отмечено присутствие 69 видов рыб и рыбообразных, относящихся к 23 семействам, в том числе среди них: карпообразных – 36, окунеобразных – 9 и лососеобразных – 8 видов (Экологические…, 2001). Непосредственно в Рыбинском водохранилище, а также в его притоках, учитывая единичные поимки, обитает 54 вида рыб из 20 семейств (Рыбы …, 2015), преимущественно карповых. Обращает на себя внимание тот факт, что присутствуют такие холодолюбивые виды как налим, корюшка (численность которой существенно сократилась), ряпушка, пелядь, а также ряд видов-вселенцев, в том числе каспийская тюлька.

В Куйбышевском водохранилище по материалам исследований последних лет отмечено несколько большее число видов – 58 видов из 19 семейств (Шакирова, Северов, 2014). За период с момента образования водохранилища его ихтиофауна пополнилась 17 новыми видами, 9 из которых сформировали самовоспроизводящиеся популяции.

Возникает вопрос, каким образом и насколько успешно популяции пресноводных рыб, обитающих в бассейне Волги в целом, а также в регионах Верхней и Средней Волги в частности, смогут адаптироваться к постепенному увеличению температуры водной среды. До последнего времени экспериментальные данные, которые могли бы охарактеризовать температурные возможности рыб, обитающих на территории России, были немногочисленны и отрывочны. В то же время для многих рыб, существующих в водоемах Европы, США и Канады, такие данные имеются и сведены в ряде обобщающих публикаций (Hokanson, 1977; Cherry, Cairns, 1982; Beitinger et al., 2000; Wismer, Christie, 1987 и др.).

В ихтиологии и экологии рыб важным объектом исследования в водоемах разного типа являются динамика численности, видовой состав, разнообразие, влияние антропогенных факторов, а также уровня и температуры, трофические условия среды. Изучение температурных адаптаций рыб представляет существенный интерес потому, что позволяет оценить потенциальные возможности их продуктивности. При этом важно определять в каждый конкретный момент времени, исходя из температурных условий обитания, насколько они оптимальны или сублетальны для жизнедеятельности рыб (Голованов, 2013а, б).

Термоадаптационные характеристики пресноводных рыб бассейна Верхней Волги исследуются в лаборатории экологии рыб Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, начиная с 1974 г. Наиболее интенсивно они изучались в течение 1974–1981, 1986–1991, 1999–2005 гг. и, наконец, с 2006 г. по настоящее время. Проведена классификация экспериментальных данных по температурным реакциям рыб, характеризующим температурный оптимум и пессимум их жизнедеятельности (Голованов, 2013а, б). В последние годы (2005–2015) начато исследование новых видов, включая виды-вселенцы, а также верифицированы полученные ранее данные (Голованов, Капшай, 2015).

Температурный диапазон существования пресноводных рыб от 0 до 43.5 °С подразделяется на интервалы, характеризующие верхние и нижние границы жизнедеятельности (пессимум) и оптимальную зону функционирования (оптимум) (Алабастер, 1984; Шмидт-Ниельсен, 1982; Jobling, 1981; Golovanov, 2006; Голованов, 2013а, б). Значения эколого-физиологического оптимума определяют посредством разных методов. Достаточно часто определяют оптимальную температуру роста рыб (ОТР). Одним из наиболее применяемых в последнее время является метод «конечного термопреферендума», когда животным предоставляется возможность самопроизвольно выбирать оптимальную температуру в градиенте фактора (Reynolds, Casterlin, 1979; Jobling, 1981; Golovanov, 2006; Голованов, 2013а, б).

Температура, предпочитаемая рыбами в начальный период опыта (минуты и часы, несколько дней), называется избираемой температурой (ИТ). В то же время зона стабильно избираемой температуры, в которой рыбы концентрируются через несколько дней, иногда 1–2 недели в градиенте температуры, определяется как их окончательно избираемая температура (ОИТ). Значение ОИТ полностью совпадает с показателями эколого-физиологического оптимума (ЭФО), максимальным ростом и эффективным питанием для многих видов рыб (Jobling, 1981; Golovanov, 2006; Голованов, 2013а, б). Так, М. Джоблингом (1981) на основе обобщенных литературных данных это показано для 49 видов морских и пресноводных рыб, по нашим результатам такое совпадение существует по крайней мере для 13 видов рыб, обитающих в водоемах северо-запада России (Голованов, 2013а, б). Экспериментальная оценка ИТ и в особенности ОИТ у рыб представляется крайне важной (Голованов и др., 2012; Голованов, 2013а, б). Несмотря на большое количество данных по ИТ и ОИТ рыб как в отечественной, так и в зарубежной литературе, их явно недостаточно. Кроме того, применение полученных ранее характеристик ОИТ нуждается в уточнении для того, чтобы более точно интерпретировать экспериментальные данные в целях рыбного хозяйства (Cherry, Cairns, 1982; Голованов и др., 1997; Голованов, 2013а, б).

Верхнюю границу жизнедеятельности рыб определяют экспериментально, получая значения верхней летальной температуры (ВЛТ). Значения ВЛТ определяют различными методами – температурного скачка, критического термического максимума (КТМ) и хронического летального максимума (ХЛМ) (Becker, Genoway, 1979; Beitinger et al., 2000; Голованов и др., 2012, Голованов, 2013а, б). В последнее время более часто используют два последних метода. При использовании метода КТМ создается нагрев воды со скоростью от 1–2 до 60 °С/ч и отмечают момент переворота рыб на бок или кверху брюшком. При продолжении нагрева получают значение летальной температуры (ЛТ), о ней судят по прекращению дыхательных движений жаберных крышек у рыб. Значение ЛТ обычно несколько выше значений КТМ. При использовании метода ХЛМ используют медленный нагрев воды со скоростью 1–2 °С/сут, это позволяет рыбам (в отличие от метода КТМ) постепенно акклимироваться к постоянному повышению температуры среды. Отметим, что под определением ВЛТ понимается вся совокупность показателей, полученных разными методами. Значение КТМ характеризует зону сублетальной температуры, при которой возможен возврат к нормальной жизнедеятельности (в случае переноса в более низкую температуру среды). Показатель ЛТ фиксирует момент непосредственной гибели рыб, как и показатель ХЛМ. В отличие от значения ОИТ, характеризующего эколого-физиологический оптимум жизнедеятельности рыб, значения ВЛТ характеризуют величину эколого-физиологического пессимума (Hokanson, 1977; Jobling, 1981; Beitinger et al., 2000; Голованов, 2013а, б).

Все эксперименты по определению ОИТ и ВЛТ выполнены с использованием стандартных методов (Голованов и др., 2012; Голованов, 2013а, б;

Голованов, Капшай, 2015). Все данные обработаны статистически с помощью пакетов прикладных программ Statgraphics Plus 5.1 и Excel 2003. Результаты представлены в виде средних и их ошибок (M ± m) или в виде средних значений. Ошибка среднего значения ОИТ не превышала 0.3 °С у всех видов, за исключением бычка-головача. Поскольку методические разработки А.М. Свирского и В.Г. Терещенко (1992) и анализ многолетних данных (Голованов, 2013а, б) показали, что ошибка определения ОИТ у группы особей в горизонтальных термоградиентных установках с учётом всех методических погрешностей составляет ±1 ºС, различия показателей, превышающие 1 ºС, считались достоверными. При определении КТМ, ЛТ и ХЛМ использованы методические разработки В.А. Соколова (1988), показавшие, что ошибка определения различных показателей ВЛТ, включая характеристики, КТМ, ЛТ и ХЛМ, у группы особей с учётом всех методических погрешностей составляет ±1°С. Таким образом, различия показателей, превышающие 1 ºС, считались достоверными.

В период с 1974 по 2015 гг. были исследованы следующие 32 вида рыб из 14-и семейств: ACIPENSERIDAE (*Acipenser baerii* Brandt, 1869 — сибирский осетр; *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758 — стерлядь); ESOCIDAE — (*Esox lucius* Linnaeus, 1758 — обыкновенная щука); CYPRINIDAE (*Abramis brama* Linnaeus, 1758 — лещ; *Abramis ballerus* Linnaeus, 1758 — синец; *Alburnus alburnus* Linnaeus,1758 — уклейка; *Blicca bjoerkna* Linnaeus, 1758 — густера; *Cyprinus carpio* Linnaeus,1758 — сазан или обыкновенный карп; *Carassius auratus gibelio* Bloch, 1782 — серебряный карась; *Carassius carassius* Linnaeus, 1758 — золотой карась; *Rutilus rutilus* Linnaeus, 1758 — плотва; *Gobio gobio* Linnaeus, 1758 — пескарь; *Phoxinus phoxinus* Linnaeus, 1758 — обыкновенный гольян; *Leuciscus idus* Linnaeus, 1758 — язь; *Rhodeus sericeus amarus* Bloch, 1782 — обыкновенный горчак; *Scardinius erythrophthalmus* Linnaeus, 1758 — краснопёрка; *Tinca tinca* Linnaeus, 1758 — линь); COBITIDAE (*Misgurnus fossilis* Linnaeus, 1758 — вьюн; *Cobitis taenia* Linnaeus, 1758 — обыкновенная щиповка); ODONTOBUTIDAE (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877 — головешка-ротан); BALITORIDAE (*Barbatula barbatula* Linnaeus, 1758 — усатый голец); PERCIDAE (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 — речной окунь); *Gymnocephallus cernuus* Linnaeus, 1758 — обыкновенный ёрш; *Sander lucioperca* Linnaeus, 1758 — обыкновенный судак); SILURIDAE (*Silurus glanis* Linnaeus, 1758 — обыкновенный сом); LOTIDAE (*Lota lota* Linnaeus, 1758 — налим); GOBIIDAE (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814 — бычок- кругляк; *Proterorhinus marmoratus* Pallas, 1814 — бычок-цуцик); CLUPEIDAE (*Clupeonella cultriventris* caspia Svetovidov, 1914 — каспийская тюлька); OSMERIDAE (*Osmerus eperlanus* Linnaeus, 1758 — европейская корюшка или снеток); SALMONIDAE – Лососевые (*Parasalmo* (*Oncorhynchus*) *mykiss* — радужная форель); COREGONIDAE – Сиговые (*Coregonus peled* Gmelin, 1789 — пелядь). Исследовались преимущественно сеголетки и годовики рыб, реже – рыбы более старших возрастных групп. Большинство рыб отловлено в прибрежье Рыбинского водохранилища, карп — из прудов стационара экспериментальных и полевых исследований «Сунога» ИБВВ РАН, серебряный карась и головешка-

ротан — в прудах Некоузского района Ярославской области, бычок-головач — в Горьковском водохранилище.

К настоящему времени существенных различий между характеристиками ОИТ и ВЛТ, экспериментально полученными для рыб, обитающих в разных частях своего ареала (в центре, на севере или юге) не обнаружено, несмотря на ряд внутривидовых отличий в термоадаптационных характеристиках (Голованов, 1996; Beitinger et al., 2000). Таким образом, значения ОИТ и ВЛТ (ХЛМ или КТМ), полученные экспериментально в идентичных условиях, можно считать видовыми признаками и использовать для сравнительного анализа. В табл. 1 приведены температурные показатели эколого-физиологического оптимума и верхней границы жизнедеятельности для исследованных видов рыб.

Как известно, значение ОИТ ± 2 °С, принято считать величиной термальной ниши для каждого конкретного вида рыб (Hokanson, 1977; Reynolds, Casterlin, 1978, 1979; Magnuson et al., 1979; Golovanov, 2006). Таким образом, термальные ниши исследованных видов рыб в общем диапазоне температуры жизнедеятельности пресноводных рыб представлены амплитудой значений от 13 до 32 °С. Температурный эколого-физиологический оптимум (ЭФО) у большинства видов рыб расположен в диапазоне от 20 до 31 °С. Минимальные значения отмечены: у пескаря (20.5 °С), у обыкновенного горчака (20.4°С), у обыкновенного гольяна (16.8 °С), а также у трех холодолюбивых видов рыб — налима (15.0 °С), радужной форели (15.5 °С), пеляди (17.0 °С) и корюшки (12.5 °С). В пределах семейства карповых наблюдается большое разнообразие термальных ниш, от 16.8 °С у горчака до 30 °С у карпа и головешки-ротана, а также ~31 °С у обыкновенного сома.

Последние три вида можно считать наиболее теплолюбивыми из числа обитающих на территории Европейской части России. Чуть менее теплолюбивы два вида карасей. Вьюн и щука, а также виды из семейств окуневых, бычковых и осетровых, имеют ЭФО, которые по величине несколько меньше, чем у теплолюбивых видов карповых — уклейки, густеры, леща, плотвы и язя.

Значения ХЛМ исследованных видов рыб, как правило, на 10–15 °С выше оптимальных. Наиболее термоустойчивы, судя по ХЛМ, сом (~40.5 °С), карп (39.5 °С), золотой карась (38.5 °С), щиповка (38.4°С), головешка-ротан (38.0 °С) и серебряный карась (38.0 °С). Минимальные значения ХЛМ отмечены у обыкновенного гольяна (31.5 °С), обыкновенного горчака (31.0 °С), усатого гольца (29.5 °С), бычков кругляка и цуцика (~30.0 °С), а также у холодолюбивых рыб — пеляди (31.0 °С), налима (29.0 °С), радужной форели (29.0 °С) и корюшки (26.5 °С). Диапазон значений ХЛМ в пределах изученных видов карповых достаточно широк — от 31 до 40.5 °С,. Следует отметить, что для большинства видов верхняя температурная граница жизнедеятельности расположена в диапазоне от 29–30 до 40–41 °С. Эти данные свидетельствуют, что самые теплолюбивые виды, обитающие в данных регионах и в целом, на Европейской части России — это сом, сазан (карп), серебряный и золотой караси, а также головешка-ротан.

Таблица 1 **- Температурные характеристики эколого-физиологического оптимума и верхней границы жизнедеятельности некоторых видов рыб**

Вид	Возраст	ОИТ, °С	ВЛТ (по ХЛМ), °С
Обыкновенная щука	0+	24.3	35.5
Карп (сазан)	0+, 1+	30.0	39.5
Синец	0+, 1+	27.3	37.0
Лещ	0+, 1+	26.5	36.5
Уклейка	0+	27.0	37.0
Густера	0+, 1+	27.0	~36.8
Серебряный карась	0+, 1+	27.5	38.0
Золотой карась	0+, 1+	28.5	38.5
Пескарь	2+	20.5	~33.0
Язь	0+, 1+	25.8	~35.5
Обыкновенный гольян	3+	16.8	31.5
Обыкновенный горчак	2+, 3+	20.4	~31.0
Плотва	0+, 1+	26.0	36.3
Красноперка	3+	24.0	~35.0
Линь	1+, 2+	26.8	36.8
Усатый голец	2+, 3+	15.1	~29.5
Обыкновенная щиповка	2+, 3+	27.5	38.4
Вьюн	1+	25.0	35.5
Обыкновенный сом	1+, 2+	~31.0	~40.5
Обыкновенный ерш	0+, 1+	24.8	34.5
Речной окунь	0+, 1+	25.7	35.5
Обыкновенный судак	0+, 1+	24.0	~34.0
Головешка-ротан	0+, 1+	30.0	38.0
Бычок-кругляк	1+, 2+	22.5	~30.0
Бычок-цуцик	1+, 2+	22.5	~30.0
Каспийская тюлька	1+, 2+	~27.5	~37.0
Сибирский осетр	0+	22.5	32.0
Стерлядь	0+	23.6	32.8
Радужная форель	0+	15.5	29.0
Пелядь	0+	17.0	31.0
Налим	0+	14.0	29.0
Европейская корюшка	0+, 1+	12.5	26.5

Примечание: 0+, 1+, 2+, 3+ – возраст рыб; ~ – данные единичных опытов или экспертная оценка; для видов, у которых возраст рыб от 2+ и выше, данные по ОИТ и ВЛТ для сеголетков и годовиков предположительно будут на 1-2 °С выше.

С потеплением климата многие теплолюбивые виды рыб из перечисленных выше не испытают больших проблем. У них, как показывают приведенные данные, существует определенный «температурный запас прочности» в несколько градусов. Это связано с тем, что большинство видов, обитающих в северо-западных и центральных регионах Европейской части России, существуют в условиях температуры на несколько градусов ниже значений их ЭФО. Для холодолюбивых видов (налим, радужная форель, пелядь, корюшка) повышение среднегодовой температуры на несколько градусов может представлять определенную угрозу. Гораздо более опасными для всех видов являются случаи аномального повышения температуры в летний сезон года (лето 2010 г.) В этом году в Рыбинском водохранилище отмечались случаи гибели ерша, окуня и налима. Температура в прибрежье водохранилища поднималась до сублетального уровня 30–35 °С, который, при определенных условиях в любом водоеме — озере или реке, например, дефиците кислорода в воде, вполне может привести к массовой гибели рыб. Следует учесть, что температура воды выше 30 °С признана той границей, выше которой (возможно, за исключением самых теплолюбивых рыб) жизненные процессы рыб могут быть угнетены и подвергаются опасности (Мордухай-Болтовской, 1975).

Рост температуры воды в Рыбинском водохранилище летом и осенью 1997–2010 гг. (Литвинов, Законнова, 2012), по всей видимости, способствовал вселению и натурализации каспийской тюльки. Тюлька заняла экологическую нишу корюшки, практически исчезнувшей из Рыбинского водохранилища в начале XXI века вследствие относительно высоких значений температуры воды летом. Верхняя граница обитания корюшки расположена на уровне ~27–28 ºС, что частично объясняет резкое уменьшение ее численности и практически полное исчезновение.

Экспериментальные данные, характеризующие термоизбирание (или терморегуляционное поведение) рыб (ОИТ) и их верхнюю границу термоустойчивости (КТМ и ХЛМ), применимы для классификации рыб по отношению к температурному фактору среды. Такие классификации были разработаны ранее рядом авторов (Дрягин, 1973; Никаноров, 1976; Hokanson, 1977), а обзор предложенных классификаций был выполнен нами ранее (Голованов, 2013а, б). Указанные классификации несомненно могут быть использованы для предварительной оценки термоадаптационных возможностей пресноводных рыб в естественных условиях и в аквакультуре. Для разделения рыб, обитающих в основном в пресноводных водоёмах северо-запада России, по отношению к температурному фактору нами предложено использовать три показателя — ОИТ, ХЛМ и температурный диапазон жизнедеятельности. Виды рыб, для которых существуют такие данные, можно объединить в четыре группы. В табл. 2, в отличие от ранее опубликованных данных (Голованов, 2013а, б) уточнены некоторые количественные показатели и добавлены новые виды.

Таблица 2 - **Классификация рыб по отношению к температурному фактору среды (уточненные данные)**

Группы видов	Температурные показатели жизнедеятельности рыб	Виды рыб
Наиболее теплолюбивые	ВЛТ (ХЛМ) 37–41 °С, ОИТ 28–31 °С, температурный диапазон жизнедеятельности 0–41 ºС	Карп, сом, серебряный карась, золотой карась, головешка-ротан, обыкновенная щиповка
Теплолюбивые	ВЛТ (ХЛМ) 35–37 °С, ОИТ – 25–28 °С, температурный диапазон жизнедеятельности 0–37 ºС	Лещ, уклейка, синец, густера, плотва, язь, красноперка, линь, каспийская тюлька, окунь, судак, ёрш, вьюн
Умеренно теплолюбивые	ВЛТ(ХЛМ) 31–35 °С, ОИТ 20–25 °С, температурный диапазон жизнедеятельности 0−35 ºС	Обыкновенный горчак, щука, сибирский осётр, стерлядь, пескарь, бычок-цуцик, бычок-головач
Холодолюбивые	ВЛТ(ХЛМ) 25–31 °С, ОИТ 13–18 °С, температурный диапазон жизнедеятельности 0−31 ºС	Сёмга атлантическая, кумжа, пелядь, корюшка, налим, гольян обыкновенный, усатый голец

Приведенные выше данные следует считать предварительными, в будущем они будут уточнены и дополнены новыми. Однако, важно то, что они отражают степень теплолюбивости и холодолюбивости рыб количественно, особенности эври- и стенотермии рыб, а также указывают на примерное расположение термальных ниш у различных видов рыб на температурной шкале их жизнедеятельности. Кроме того, эти данные позволяют судить о потенциальных температурных возможностях отдельных семейств у рыб. Так, температурные показатели жизнедеятельности осетровых несколько отличаются от обычных карповых и окуневых. В то же время у холодолюбивых (лососевые, сиговые, налимовые, корюшковые) видов температурные оптимумы и границы жизнедеятельности существенно ниже в сравнении с теплолюбивыми (карповые, окуневые, сельдевые и осетровые) видами.

Изучение термоадаптаций рыб, их окончательно избираемой температуры – аналога температурного оптимума роста и развития, а также зоны температуры, которая может при определенной ситуации привести к летальному исходу, важно не только в теоретическом аспекте (Смирнов, Голованов, 2011; Голованов, 2013а, б). Такие количественные показатели как ОИТ и ВЛТ (КТМ и ХЛМ) позволяют проводить экспертную оценку условий существования рыб, а также прогнозировать особенности их роста, развития, воспроизводства, поведения и распределения в термально неоднородной среде.

Исследование выполнено при поддержке Программы Президиума РАН: I.21П Биоразнообразие природных систем. Биологические ресурсы России: оценка

состояния и фундаментальные основы мониторинга. 2.5. Влияние антропогенного регулирования уровневого режима водохранилищ и температуры на динамику численности рыб различной экологии и Программ Президента РФ «Ведущие научные школы» НШ-719.2012.4, НШ-2666.2014.4 и НШ-7894.2016.4 «Экологические аспекты адаптаций и популяционная организация у рыб».

Литература

Алабастер Дж., Ллойд Р. Критерии качества воды для пресноводных рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 384 с.

Атлас пресноводных рыб России. В 2 т. М.: Наука, 2002. Том 1. 379 с. Том 2. 253 с.

Голованов В.К. Температурные критерии жизнедеятельности пресноводных рыб. М.: Полиграф-Плюс, 2013а. 300 с.

Голованов В.К. Эколого-физиологические закономерности распределения и поведения пресноводных рыб в термоградиентных условиях // Вопр. ихтиологии. 2013б. Т. 53, № 3. С. 286–314.

Голованов В.К., Капшай Д.С. Сравнительный анализ температурного оптимума и верхней температурной границы жизнедеятельности у молоди рыб, обитающих в водоемах Верхней Волги // Физиология и биохимия водных животных / [отв. ред. Г.М. Чуйко]. Ярославль: Канцлер, 2015. – С. 80–90. – (РАН, Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина. Труды ; вып. 72(75), 2015).

Голованов В.К., Свирский А.М, Извеков Е.И. Температурные требования рыб Рыбинского водохранилища и их реализация в естественных условиях // Современное состояние рыбных запасов Рыбинского водохранилища. Ярославль: ЯрГТУ, 1997. С. 92–116.

Голованов В.К., Смирнов А.К., Капшай Д.С. Сравнительный анализ окончательно избираемой и верхней летальной температуры у молоди некоторых видов пресноводных рыб // Труды Карел. НЦ РАН. Сер. Эксперим. биология. 2012. № 2. С. 70–75.

Дрягин П.А. Экологическая классификация рыб по температурному фактору // Лимнология Сев.-Запада СССР. I. А–И. Таллин: АН ЭССР, 1973. С. 167–170.

Изменения климата и их последствия. Материалы специальной сессии Ученого совета Центра международного сотрудничества по проблемам окружающей среды, посвященной 80-летию академика Михаила Ивановича Будыко (19–20 мая 1999 г.). СПб: Наука, 2002. 269 с.

Клиге Р.К., Данилов И.Д., Конищев В.Н. История гидросферы. М.: Научный мир, 1998. 368 с.

Кляшторин Л.Б., Любушин А.А. Циклические изменения климата и рыбопродуктивности. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. 235 с.

Кудерский Л.А. 2005. Изменения рыбного населения водоемов Европейской части России в XX столетии // Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2). II Междун. Симп. Борок, 27 сентября – 1 октября 2005 г. С. 156–157.

Литвинов А.С., Голованов В.К., Законнова А.В. Особенности формирования гидрологического режима и экологических условий Рыбинского водохранилища в начале

XXI века // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: Труды Четвертой Всероссийской научной конференции с международным участие, Москва, 15–18 сентябр 2015 г. / ИВП РАН: отв. ред. Болгов М.В. – Москва: ИВП РАН, 2015. С. 423–425.

Литвинов А.С., Законнова А.В. Термический режим Рыбинского водохранилища при глобальном потеплении // Метеорология и гидрология. 2012. № 9. С. 91–96.

Мордухай-Болтовской Ф.Д. Проблема влияния тепловых и атомных электростанций на гидробиологический режим водоемов (обзор) // Экология организмов водохранилищ-охладителей. Л.: Наука, 1975. С. 7–69.

Никаноров Ю.И. Экологические условия формирования ихтиофауны и прогнозирование ее состава в водохранилищах-охладителях тепловых электростанций // Водн. ресурсы. 1976. № 3. С. 114–123.

Рыбы Рыбинского водохранилища: популяционная динамика и экология / ред. ЮВ. Герасимов ; РАН, Ин-т биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина. Ярославль: Филигрань, 2015. 418 с.

Свирский А.М., Терещенко В.Г. Точность определения температуры, избираемой рыбами в установке с горизонтальным термоградиентом // Биол. внутр. вод. Информ. бюл. Л., 1992. № 92. С. 85–88.

Смирнов А.К., Голованов В.К. Распределение речного окуня *Perca fluviatilis* L. в термоградиентных условиях в зависимости от местоположения корма // Вопр. рыболовства. 2011. Т. 12. № 4(48). С. 730–740.

Соколов В.А. Оценка точности определения летальных температур рыб методом критического термического максимума КТМ. Институт биологии внутренних вод АН СССР. Борок. 1988. 24 с. Деп. в ВИНИТИ. 08.12.1988. № 8697-В88.

Шакирова Ф.М., Северов Ю.А. Видовой состав ихтиофауны Куйбышевского водохранилища // Вопр. ихтиологии. 2014. Т. 54. № 5. С. 520–532.

Шмидт-Ниельсен К. Физиология животных. Приспособление и среда. Т. I. М.: Мир, 1982. 416 с.

Экологические проблемы Верхней Волги. 2001. Коллективная монография. Ярославль: Изд-во ЯГТУ. 427 с.

Becker C. D., Genoway R.G. Evaluation of the critical thermal maximum for determining thermal tolerance of freshwater fish // Environ. Biol. Fish. 1979. Vol. 4. No. 3. P. 245–256.

Beitinger T.L., Bennet W.A., McCauley R.W. Temperature tolerances of North American freshwater fishes exposed to dynamic changes in temperature // Environ. Biol. Fish. 2000. Vol. 58. No. 3. P. 237–275.

Cherry D.S., Cairns J.Jr. Biological monitoring. Part V. Preference and avoidance studies // Water Res. 1982. Vol. 16. No. 3. P. 263–301.

Golovanov V.K. The ecological and evolutionary aspects of thermoregulation behavior of fish // J. Ichthyology. 2006. Vol. 46. Suppl. 2. P. S180–S187.

Hokanson K. E. F. Temperature requirements of some percids and adaptations to the seasonal temperature cycle // J. Fish. Res. Bd. Can. 1977. Vol. 34. No. 10. P. 1524–1550.

Jobling M. Temperature tolerance and the final preferendum – rapid methods for the assessment of optimum growth temperature // J. Fish. Biol. 1981. Vol. 19. No. 4. P. 439–455.

Magnuson J.J., Crowder L.B., Medvick P.A. Temperature as an ecological resource // Thermoregulation in ectotherms. Symp. Richmond. 1978. Amer. Zool. 1979. Vol. 19. No. 1. P. 331–343.

Reynolds W.W., Casterlin M.E. Behavioral thermoregulation and the «final preferendum» paradigm // Thermoregulation in ectotherms. // Amer. Zool. 1979. Vol. 19. No 1. P. 211–224.

Wismer D.A., Christie A.E. 1987. Temperature relations of Great Lakes Fishes: a data compilation. Great Lakes Fish. Comm. Spec. Pub. 87-3. 165 p.

ABSTRACT. Indicators of ecological and physiological optimum and pessimum in 32 fish species from 14 families, including final selected temperature (FST) and the upper lethal temperature – critical thermal maximum (CTM) and chronic lethal maximum (CLM) were analyzed.

ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДА РАУНДАП НА ТЕМПЕРАТУРНЫЕ И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЛОДИ РОТАНА *PERCCOTTUS GLENII* DYBOWSKI, 1877

И.Л. Голованова, В.К. Голованов, Г.М. Чуйко, В.А. Подгорная, А.И. Аминов
Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, п. Борок,
golovanova5353@mail.ru

Возросшие масштабы производства и использования пестицидов приводят к трансформации водных экосистем, негативно влияют на состояние водных животных и представляют угрозу здоровью человека. Раундап является одним из наиболее широко используемых в мире фосфорорганических гербицидов. В его состав, помимо активного ингредиента глифосата, входит поверхностно-активное вещество полиоксиэтиленамин, которое может быть более токсично, чем сам активный ингредиент или даже Раундап (Fan et al., 2013). Раундап – неспецифический гербицид широкого спектра действия, используется для уничтожения сорной растительности не только на полях, но и в водоемах. В поверхностных водах концентрация глифосата обычно не превышает 10–15 мкг/л, однако в районах непосредственного применения она может достигать 700 мкг/л в воде и 5 мг/кг в седиментах (Struger et al., 2008). Широкое применение Раундапа обусловлено высокой эффективностью действия, низкой стойкостью в окружающей среде, а также выращиванием культур, генетически устойчивых к этому гербициду. Период полураспада глифосата в воде составляет 7–14 суток, в почве от 30 до 90 суток, в донных отложениях (ил) до 120 дней (Cox, 2004). В его деградации активное участие принимает микробиота (Свиридов и др., 2015), однако связывание глифосата металлами (Cu, Zn, Cd, Pb) или органическим углеродом в донных отложениях водоемов может снижать его биодоступность. Значения 96-ч $ЛК_{50}$ Раундапа варьируют от 2 до 55 мг/л в зависимости от вида рыб, стадии жизненного цикла и условий эксперимента (Folmar et al., 1979). Несмотря на то, что по данным Всемирной организации здравоохранения токсичность глифосата оценивается как низкая, присутствие сурфактантов делает глифосат содержащие гербициды потенциально токсичными для водных организмов. Кроме того, аварийные разливы, смывы с полей или сброс неочищенных сточных вод в природные водоемы могут увеличивать их содержание и оказывать вредное влияние на гидробионтов, вызывая долгосрочные эффекты.

В настоящее время накоплено много сведений о токсичности Раундапа, а Европейский Союз признал глифосат опасным для окружающей среды и токсичным для водных организмов. Установлено, что Раундап оказывает неблагоприятное воздействие на микроводоросли, макрофиты, беспозвоночных и рыб (Folmar et al., 1979; Giesy et al., 2000). У рыб, являющихся

хорошим биоиндикатором загрязнения водной среды, он нарушает процессы развития (Webster et al., 2014), изменяет поведение (Filizadeh, Rajabi Islami, 2011), вызывает целый ряд морфологических и физиолого-биохимических нарушений (Жиденко, 2008; Fan et al., 2013; Menéndez-Helman et al., 2015), оказывает мутагенный и генотоксический эффекты (De Souza Filho et al., 2013). Показано негативное влияние гербицида Раундап на активность пищеварительных гликозидаз у рыб и их кормовых объектов (Аминов и др., 2013; Голованова, Аминов, 2013). Основной механизм токсичности Раундапа и глифосата связывают с генерацией окислительного стресса и связанными с ним нарушениями в организме (Webster, Santos, 2015). Другой механизм токсичности Раундапа заключается в ингибировании ацетилхолинэстеразы (АХЭ), играющей важную роль в синаптической передаче нервного импульса (Glusczak et al., 2006; Fan et al., 2013). Снижение активности АХЭ приводит к нарушению поведения и ориентации рыб в пространстве (Glusczak et al., 2006) и, вероятно, может изменять терморегуляционное поведение рыб.

Потепление климата, аномальные изменения температуры, увеличение зон термального загрязнения на протяжении нескольких последних десятилетий меняют температурную среду обитания рыб. Изменение температурного режима водоемов способствует инвазии чужеродных видов. Таким видом-вселенцем для бассейна Верхней Волги стал головешка-ротан *Perccottus glenii* Dybowski, стремительно расширяющий свой ареал в России и Европе как за счёт освоения сравнительно небольших, так и крупных водоёмов. По температурным характеристикам (окончательно избираемой и верхней летальной температуре) ротан относится к наиболее теплолюбивым видам рыб, обитающих в пресных водоемах России (Голованов, 2013). Его способность быстро приспосабливаться к изменению природных и антропогенных факторов дает ему преимущества по сравнению со многими видами рыб-аборигенов. Пищеварительные гликозидазы головешки-ротана более устойчивы к действию низкой температуры, кислых pH и ионов тяжелых металлов (медь, цинк) *in vitro*, а также к высокой скорости нагрева воды по сравнению с рыбами сем. карповых (Голованова, 2006). Известно, что увеличение температуры водной среды может изменять не только физиолого-биохимические показатели рыб (Golovanova et al., 2013), но и реакцию организма на химические агенты (Голованова, Голованов, 2014; Sappal et al., 2014; Dorts et al., 2014). В то же время, хроническое действие Раундапа и последующих изменений температуры внешней среды на физиолого-биохимические показатели рыб и их температурные характеристики ранее не исследовалось.

Цель работы – изучить хроническое сублетальное действие гербицида Раундап на термоустойчивость, термоизбирание, активность гликозидаз в кишечнике, активность ацетилхолинэстеразы и содержание водорастворимого белка в мозге молоди ротана.

Молодь головешки-ротана (средняя масса 3.12 г, средняя длина тела 5.44 см) была отловлена в конце сентября в одном из прудов Ярославской области (Россия) при температуре воды 16 °С. Перед экспериментом рыб содержали в 200 л

стеклянных аквариумах при температуре воды 15.5 °С и натуральном фотопериоде. После акклимации рыб распределили в четыре 135 л стеклянных аквариума по 25 экз. в каждом. Рыб контрольной группы поместили в 2 аквариума без добавления гербицида, рыб опытной группы – в 2 аквариума с водой, содержащей Раундап в концентрации 2 мкг/л. В работе использован коммерческий препарат гербицида, имеющий торговое название "Раундап" (произведен и расфасован ЗАО фирма “Август” (Россия) по лицензии фирмы “Монсанто Европа С.А.” (Бельгия)). Он хорошо растворим в воде и содержит 360 г/л глифосата в качестве активного ингредиента, возможные инертные ингредиенты в аннотации не указаны. Использованная концентрация Раундапа (рассчитанная по глифосату) была значительно ниже $ЛК_{50}$ для рыб и соответствовала 2 ПДК для воды рыбохозяйственных водоемов России (Перечень…, 2010). Поскольку период полураспада глифосата в воде составляет 7–14 сут (Giesy et al., 2000), смену воды и раствора гербицида в аквариумах проводили 1 раз в 3 дня без отсадки рыб. Температуру воды в аквариумах поддерживали на уровне 15.5 ± 1 °С.

Через 30 суток эксперимента по 6 экз. из контрольной и опытной групп поместили в термоградиент (чистая вода с диапазоном температуры от 14 до 31 ºС) для определения избираемой (ИТ) и окончательно избираемой температуры (ОИТ); по 6 экз. посажены в аквариумы с чистой водой, температуру в которых повышали со скоростью 8 ºС/ч для определения критического термического максимума (КТМ); по 6 экз. взяты для биохимического анализа: определения активности пищеварительных гликозидаз, активности АХЭ мозга и содержания водорастворимого белка (ВРБ). Во время периода акклимации, эксперимента с Раундапом и в условиях термоградиента рыб кормили 1 раз в сутки личинками хирономид *Chironomus* sp. из расчёта 4% от общей массы тела. Через 30 суток действия Раундапа масса и длина тела рыб контрольной и опытной групп достоверно не различались ($p < 0.05$).

Значения ИТ и ОИТ определяли методом конечного термопреферендума (Голованов, 2013). Рыб помещали в отсек термоградиентной установки с температурой 15.5 °С, равной температуре акклимации. Значения ИТ фиксировали посредством видеокамеры 8–10 раз/сут в светлое время суток. В качестве критерия ОИТ выбрана среднесуточная избираемая температура, значение которой в течение 3-х суток варьирует незначительно ($p > 0.05$). Продолжительность эксперимента составила 12 суток. Для определения КТМ рыб (по 6 экз. из контрольной и опытной групп) помещали в экспериментальные аквариумы объемом 60 л, оборудованные системой нагрева и аэрации. Температура воды в аквариумах была 16 °С (для рыб после экспозиции в Раундапе) или 24°С (для рыб после 12 сут пребывания в термоградиенте). Затем температуру воды повышали со скоростью 8 °С/ч до нарушения локомоторной функции рыб – переворота на бок или кверху брюшком. Сублетальное значение температуры фиксировали как КТМ (Beitinger et al, 2000). Продолжительность экспериментов составила 1.9 или 1.7 ч соответственно. Определение физиолого-биохимических показателей рыб

проводили после: экспозиции к Раундапу (I), экспозиции к Раундапу и последующего нагрев воды (II), экспозиции к Раундапу, пребывания в термоградиенте и последующего нагрева воды (III). Экспозиция к каждому фактору была проведена дважды. Затем рыб из каждой экспериментальной группы обездвиживали, извлекали кишечники и мозг. Активность гликозидаз определяли в гомогенатах слизистой оболочки кишечника: амилолитическую активность модифицированным методом Нельсона, активность мальтазы – глюкозооксидазным методом (Уголев, Иезуитова, 1969). Активность АХЭ мозга определяли модифицированным методом Эллмана (Ellman et al, 1961), содержание ВРБ – по методу (Bradford, 1976).

Пребывание рыб в термоградиенте после экспозиции в Раундапе не выявило устойчивых однонаправленных различий ИТ у рыб контрольной и опытной групп в первые четверо суток (рис.). В то же время с 5-х по 9-е сутки значения ИТ у рыб опытной группы (24.5 ± 0.1°C) были примерно на 2ºC выше по сравнению с рыбами контрольной группы (22.3 ± 0.1°C), $p < 0.0002$. В последующие трое суток различия исчезли и на 12-е сутки пребывания в термоградиенте значения ОИТ у рыб обеих групп были равны (24.0 ± 0.5).

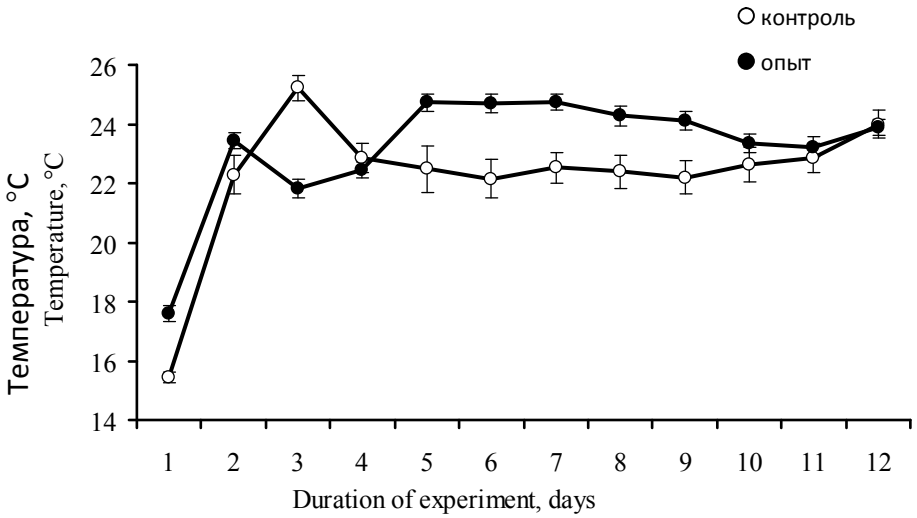


Рисунок - **Динамика избираемой температуры у молоди головешки-ротана контрольной и опытной (после 30-сут экспозиции в 2 мг/л Раундапе) групп в термоградиенте**

Данные представлены в виде средних значений и их ошибки (M ± m), n = 12.

* – статистически значимые различия между показателями у рыб контрольной и опытной групп (ANOVA, LSD-test), $p < 0.05$

Нагрев воды со скоростью 8 ºС/ч показал, что термоустойчивость головешки-ротана после экспозиции в Раундапе не менялась, значения КТМ у рыб контрольной (31.3 ± 0.1 ºС) и опытной (31.0 ± 0.2 ºС) групп были равны, $p > 0.05$. У рыб, подвергнутых нагреву после пребывания в термоградиенте, значения КТМ также не различались и составили 35.9 ± 0.4 ºС и 36.4 ± 0.4 ºС у рыб контрольной и опытной групп соответственно, $p > 0.05$.

Хроническое действие гербицида (I) снижало амилолитическую активность в кишечнике ротана на 27% по сравнению с рыбами контрольной группы, активность мальтазы не менялась (табл.).

Таблица - **Активность гликозидаз (амилолитическая активность и активность мальтазы) слизистой оболочки кишечника, активность ацетилхолинэстеразы (АХЭ) и содержание водорастворимого белка (ВБР) в мозге молоди головешки-ротана**

Фактор	Амилолитическая активность, мкмоль/г·мин	Мальтаза, мкмоль/г·мин	Активность АХЭ, мкмоль/г · мин	Содержание ВРБ, мг/г
Раундап (I)	5.56 ± 0.07 4.06 ± 0.06*	6.21 ± 0.15 5.95 ± 0.08	4.85 ± 0.60 4.46 ± 0.70	103.1 ± 3.6 71.1 ± 4.4*
Раундап + Нагрев (II)	2.24 ± 0.03 1.34 ± 0.02*	5.11 ± 0.21 6.92 ± 0.22*	4.91 ± 0.71 3.49 ± 0.43*	73.9 ± 10.2 63.4 ± 4.4
Раундап + Термоградиент + Нагрев (III)	2.70± 0.08 1.73 ± 0.14*	5.01± 0.15 5.56 ± 0.06*	3.46 ± 0.38 3.25 ± 0.20	60.1 ± 3.8 54.0 ± 2.7

Примечание:
(I) – 30 сут. экспозиция в Раундапе (2 мкг/л),
(II) – экспозиция в Раундапе, дальнейшее перемещение рыб в чистую воду и нагрев воды со скоростью 8 ºС/ч,
(III) – экспозиция в Раундапе, дальнейшее 12 сут пребывание рыб в чистой воде в условиях термоградиента и последующий нагрев воды со скоростью 8 ºС/ч.
* – статистически значимые различия между показателями у рыб контрольной и опытной групп (ANOVA, LSD-test), $p < 0.05$.

У рыб опытной группы после экспозиции в Раундапе подверженных нагреву (II), амилолитическая активность на 40% была ниже по сравнению с рыбами контрольной группы, активность мальтазы, наоборот, была выше на 35%. У рыб опытной группы, после экспозиции в Раундапе находившихся в термоградиенте и затем подверженных нагреву (III), амилолитическая активность была ниже на 36%, активность мальтазы была выше на 11%, чем у рыб контрольной группы. Дисперсионный анализ выявил достоверные ($p = 0.0000$) эффекты Раундапа и температуры в отдельности, как после интоксикации в растворе гербицида, так и после пребывания в термоградиенте. Взаимодействие этих двух факторов также

оказывало статистически значимый эффект ($p = 0.0101$) на активность исследованных гликозидаз.

Активность АХЭ спустя 30 суток экспозиции в растворе Раундапа (I) у рыб опытной группы достоверно не менялась, однако содержание ВРБ было ниже на 32% по сравнению с контролем. При последующем нагреве воды со скоростью 8 ºС/ч (II) активность АХЭ у рыб опытной группы была на 29% ниже, а содержание белка не менялось по сравнению с рыбами контрольной группы. Активность АХЭ и содержание ВРБ у рыб, после экспозиции в Раундапе находившихся в термоградиенте и затем подверженных нагреву (III), не отличалась от контроля. Дисперсионный анализ выявил достоверные ($p < 0.05$) эффекты Раундапа и температуры на активность АХЭ и содержание ВРБ в мозге. Взаимодействие двух факторов было статистически значимым ($p = 0.0022$) лишь при оценке содержания ВРБ после пребывания рыб в термоградиенте.

Таким образом, в нашей работе впервые показано, что хроническая 30-сут экспозиция молоди головешки-ротана к Раундапу (2 мкг/л по глифосату) при температуре 15.5 °С не меняет термоустойчивость рыб, определенную методом КТМ при скорости нагрева воды 8 ºС/ч. Значения ОИТ также не различались у рыб контрольной и опытной групп на 10–12 сутки пребывания в чистой воде в условиях термоградиента. Однако значения ИТ на 5–9 сутки у экспонированных к Раундапу рыб были на 2 ºС выше по сравнению с контролем, что может быть обусловлено необходимостью ускорения метаболизма для вывода токсиканта из организма. Изучение физиолого-биохимических показателей выявило снижение амилолитической активности (но не мальтазы) в кишечнике и содержания ВРБ (активность АХЭ не изменилась) в мозге ротана на 30-е сутки экспозиции к Раундапу. Резкое повышение температуры воды после хронического действия Раундапа вызывает наибольшие изменения активности кишечных гликозидаз и снижение активности АХЭ (но не содержания ВРБ) в мозге. Эти данные свидетельствуют о взаимодействии химического (Раундап) и физического (температура) факторов и подтверждают представления о том, что термальный стресс может менять реакцию организма на химические агенты. Последовательное действие изученных факторов (экспозиция в Раундапе, постепенная акклимация к более высокой температуре в чистой воде, резкий нагрев воды) сглаживает негативное действие Раундапа и резкого роста температуры воды на активность пищеварительных гликозидаз, но не вызывает достоверных изменений в состоянии холинергической системы рыб, что носит, по-видимому, компенсаторный характер. Поскольку пестициды, применяемые в сельском хозяйстве, могут влиять на структуру и функции нецелевых организмов при более низких дозах и в течение более длительных промежутков времени, чем предполагалось ранее (Liess et al., 2013), результаты нашей работы вызывают озабоченность по поводу усиления влияния низких концентраций Раундапа в условиях теплового стресса на физиолого-биохимический статус диких популяций рыб.

Литература

Аминов А.И., Голованова И.Л., Филиппов А.А. Влияние гербицида Раундап на активность гликозидаз в организме беспозвоночных животных и молоди рыб // Биология внутр. вод. 2013. № 4. С. 82–88.

Голованов В.К. Эколого-физиологические закономерности распределения и поведения пресноводных рыб в термоградиентных условиях // Вопр. ихтиологии. 2013. Т. 53. № 3. С. 286–314.

Голованова И.Л., Аминов А.И. Влияние гербицида Раундап на активность гликозидаз молоди рыб и их кормовых объектов при различных значениях температуры и pH // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. 2013. № 1. С. 129–134.

Голованова И.Л. Влияние природных и антропогенных факторов на гидролиз углеводов у рыб и объектов их питания // Автореф. дис. ... докт. биол. наук. СПб: ИЭФБ им. И.М. Сеченова РАН. 2006. 43 с.

Голованова И.Л., Голованов В.К. Влияние скорости повышения температуры воды на чувствительность пищеварительных гликозидаз рыб к действию меди и цинка // Журн. эволюц. биохимии и физиологии. 2014. Т. 50. № 1. С. 25–30.

Жиденко А.А. Динамика гематологических показателей молоди карпа под действием гербицидов // Гидробиол. журн. 2008. Т. 44. № 3. С. 80–88.

Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. Приказ от 20 января 2010 № 25.

Свиридов А.В., Шушкова Т.В., Ермакова И.Т., Иванова Е. В., Эпиктетов Д.О., Леонтьевский А.А. Микробная деградация гербицида глифосата (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. 2015. Т. 51. № 2. С. 1–8.

Уголев А.М., Иезуитова Н.Н. 1969. Определение активности инвертазы и других дисахаридаз // Исследование пищеварительного аппарата у человека. Л.: Наука, 1969. С. 192–196.

Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principal of protein-dye binding // Anal. Biochem. 1976. V. 72. P. 248–254.

Cox C. Glyphosate // Journal of pesticide reform. Winter. 2004. V. 24. N. 4. P. 10–15.

De Souza Filho J., Sousa C.C.N., Da Silva C. C., De Sabóia-Morais S. M. T., Grisolia C.K. Mutagenicity and genotoxicity in gill erythrocyte cells of *Poecilia reticulata* exposed to a Glyphosate formulation // Bull. Environ. Contam. Toxicol. 2013. V. 91. N. 5. P. 583–587.

Dorts J., Kestemont P., Thézenas M-L., Raes M., Silvestre F. Effects of cadmium exposure on the gill proteome of *Cottus gobio*: Modulatory effects of prior thermal acclimation // Aquatic Toxicology. 2014. V. 154. P. 87–96.

Ellman G.L., Courtney K.D., Andres V., Featherstone I., Featherstone R.M. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity // Biochem. Pharmacol. 1961. V. 70. P. 88–95.

Fan J.Y., Geng J.J., Ren H.Q., Wang X.R., Han C. Herbicide Roundup and its constituents cause oxidative stress and inhibit acetylcholinesterase in liver of *Carassius auratus* // J. Environ. Sci. Health. 2013. Part. B. V. 48. P. 844–850.

Filizadeh Y., Rajabi Islami H. Toxicity determination of three sturgeon species exposed to glyphosate // Iranian J. of Fisheries Sci. 2011. V. 10. N. 3. P. 383–392.

Folmar L.C., Sanders H.O., Julin A.M. Toxicity of the herbicide glyphosate and several of its formulations to fish and aquatic invertebrates // Arch. Environ. Contam. Toxicol. 1979. Vol. 8. N. 3. P. 269–278.

Giesy J.P., Dobson S., Solomon K.R. Ecotoxicological risk assessment for Roundup herbicide // Rev. Environ. Contam. Toxicol. 2000. V. 167. P. 35–120.

Glusczak L., Miron D.S., Crestani M., da Fonseca M.B., Pedron F.A., Duarte M.F., Vieira V.L.P. Effect of glyphosate herbicide on acetylcholinesterase activity and metabolic and hematological parameters in piava (Leporinus obtusidens) // Ecotoxicol. Environ. Safety. 2006. V. 65. N. 2. P. 237–241.

Golovanova I.L., Golovanov V.K., Smirnov A.K., Pavlov D.D. Effect of ambient temperature increase on intestinal mucosa amylolitic activity in freshwater fish // Fish Physiology and Biochemistry. 2013. V. 39. N. 6. P. 1497–1504.

Liess M., Foit K., Becker A., Hassold E., Dolciotti I., Kattwinkel M., Duquesne S. Culmination of Low-dose pesticide effects // Environ. Sci. Technol. 2013. V. 47. P. 8862–8868.

Menendez-Helman R.J., Miranda L.A., Afonso M.S., Salibian A. Subcellular energy balance of *Odontesthes bonariensis* exposed to a glyphosate-based herbicide // Ecotoxicol. Environ. Safety. 2015. V. 114. P. 157–163.

Sappal R., Mac Donald N., Fast M. et al (2014) Interactions of copper and thermal stress on mitochondrial bioenergetics in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* // Aquatic Toxicol. V. 157. P. 10–20.

Struger J., Thompson D., Staznik B., Martin P., McDaniel T., Marvin C. Occurrence of Glyphosate in Surface Waters of Southern Ontario // Bull Environ Contam Toxicol. 2008. Vol. 80. P. 378–384.

Tsui M.T.K., Chu L.M. Environmental fate and non-target impact of glyphosate-based herbicide (Roundup) in a subtropical wetland // Chemosphere. 2008. V. 71. P. 439–446.

Webster T.M.U., Laing L.V., Florance H., Santos E.M Effects of glyphosate and its formulation, Roundup, on reproduction in Zebrafish (*Danio rerio*) // Environ Sci Technol. 2014. V. 48 P. 1271–1979.

Webster T.M.U., Santos E.M. Global transcriptomic profiling demonstrates induction of oxidative stress and of compensatory cellular stress responses in brown trout exposed to glyphosate and Roundup // BMC Genomic. 2015. V. 16. N. 32. P. 1–14.

ABSTRACT. The final selected temperature (FST) and the thermal stability (CTM) of Amur sleeper *Perccottus glenii* juveniles under chronic 30 days exposure to Roundup (2 μg/l) does not change. The amylolytic activity in the intestine and the water-soluble protein content in the brain exposed to Roundup fish were lower than in the control, the intestine maltase activity and the brain acetylcholinesterase activity (AChE) does not change. The sharp increase in water temperature after chronic exposure to Roundup causes the greatest changes in the activity of glycosidase and decrease in AChE activity. Keeping the fish in clean water in a thermal gradient after exposure to Roundup reduces these effects.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ПРИТОКОВ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ФИТОПЛАНКТОНУ

О.Г. Горохова
Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, o.gorokhova@yandex.ru

При оценке состояния рек, необходима информация о составе, структуре и функционировании биотических компонентов их экосистем. Фитопланктон может служить индикатором процессов антропогенного эвтрофирования, загрязнения, изменения гидрологических и гидрохимических характеристик водотоков. В Самарской области более 200 малых и средних рек, состояние которых является одним из факторов формирования экологической ситуации в пределах более крупных территорий Поволжья (Розенберг, Саксонов, 2007; Зинченко, Головатюк, 2007).

Исследованные нами реки Уса, Маза, Тайдаков длинной от 17 до 143 км – правобережные притоки Куйбышевского водохранилища, впадают в него в районе Приплотинного плеса; более крупный левобережный приток – река Большой Черемшан (432 км) – в районе Новодевиченского плеса. Реки в разной степени используются для нужд населения и испытывают антропогенную нагрузку непосредственно и на водосборной площади. Устья и участки нижнего течения этих рек, подтопленные при создании Куйбышевского водохранилища, превратились в своеобразные заливы, находящиеся в зоне его подпора; из них Черемшанский и Усинский заливы наиболее крупные (Куйбышевское водохранилище, 2008). Исследованиями устьевых участков притоков крупных равнинных водохранилищ (Чебоксарского, Рыбинского) установлен ряд особенностей развития фитопланктона в зоне воздействия речной и озерной экосистем (Охапкин, Юлова, 1993; Сахарова, Корнева, 2015). Экотонный эффект проявляется в увеличение видового богатства и продуктивности фитопланктона, в планктоценозах наблюдается изменение структуры доминирующих комплексов водорослей.

По данным многолетних наблюдений Черемшанский залив является одним из самых продуктивных участков водохранилища. Средняя величина численности водорослей планктона здесь составляет 88,7 млн кл./л, биомассы – 16,2 мг/л., содержание хлорофилла «а» – 38,1 мг/м^3; причем они превышают эти показатели в самом водохранилище (Экология фитопланктона…, 1989; Фитопланктон Нижней…, 2003; Номоконова, Паутова, 2013). Тем не менее, негативным признаком следует считать наблюдаемое обильное развитие синезеленых водорослей (Cyanophyta, Cyanoprokaryota), доминирующих в планктоне залива не только по численности, но и по биомассе и интенсивное летнее «цветение» воды, что характерно для высокоэвтрофных вод.

Систематическое наблюдение за фитопланктоном Усинского залива Куйбышевского водохранилища, проводимое в настоящее время (2012-2016 гг.), также установило высокий уровень количественного развития фитопланктона, ежегодное продолжительное летне-осеннее «цветение» воды и доминирование Cyanoprokaryota. Исследование фитопланктона этого залива направлено на изучение особенностей состава, структуры альгоценозов и развития в планктоне видов цианопрокариот, вызывающих «цветение» (Горохова, 2016).

Участок впадения малых рек Маза и Тайдаков в Куйбышевское водохранилище (Ольгинский залив) по данным полученным нами в 2015 г. также подвержен «цветению».

Виды характерные для Куйбышевского водохранилища (Экология фитопланктона…, 1989) в массе развиваются и в планктоне заливов. В весенний период (апрель-май) это в основном диатомовые: виды рода Stephanodiscus (*S. hantzschii* Grun. *S. triporus* Genkal et Kuzmin, *S. minutulus* (Kütz.) Round) и *Aulacoseira islandica* (O. Müll.) Sim. В летне-осеннем (июль-октябрь) планктоне структуру сообществ определяют виды цианопрокариот, вызывающие «цветение» воды: *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs., *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk., *M. wesenbergii* Kom., *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Breb. *A. planctonica* Brunn. Кроме этих видов к массовым на разных участках заливов относятся: *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anagn.et. Kom., *Microcystis pulverea* (Wood) Forti emend Elenk., *Planktolyngbya limnetica* (Lemm.) Kom.-Legn. et Cronb., *Pseudanabaena limnetica* (Lemm.) Kom., *P. mucicola* (Hub.-Pest. et Naum.) Schwabe и ряд других. Из диатомовых водорослей в летних планктоценозах доминирует также *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Sim. Уровень количественного развития фитопланктона в устьях-заливах рек Уса и Б. Черемшан высокий (табл.).

Изучение распределения водорослей по акватории устья-залива в период «цветения» воды (на примере Усинского залива) выявили максимальное обилие фитопланктона в месте его соединения с Куйбышевским водохранилищем, где численность на два порядка превышала таковую в Приплотинном плесе. Далее, по мере удаления от водохранилища, происходит снижение численности и биомассы фитопланктона. В этом же направлении отмечается изменение состава и обилия доминирующих видов: снижение значимости видов-доминантов Куйбышевского водохранилища и появление других видов (в Усинском заливе цианопрокариот *Aphanizomenon issatschenkoi u Planktothrix agardhii*).

Таблица - **Средние величины численности и биомассы фитопланктона, индексов видового разнообразия и сапробности, основные доминирующие виды летнего планктона исследованных рек**

Численность, млн кл./л		Биомасса, мг/л		Доминирующие виды		Индекс Шеннона, бит/экз.		Индекс сапробности	
I*	II*	I	II	I	II	I	II	I	II
Б.Черемшан**									
3,35	88,7	2,31	16,2	Виды порядка Chlorococcales, Stephanodiscus hantzschii, Stephanodiscus sp. sp.***, Chroomonas acuta, виды порядков Volvocales и Chlamydomonadales	Microcystis aeruginosa, Microcystis wesenbergii, Planktolyngbya limnetica, Aphanizomenon flos-aquae, Anabaena flos-aquae, Anabaena planctonica, Stephanodiscus hantzschii	2,37	-	1,92	-
Уса									
0,15	128,9	0,14	22,48	Melosira varians, виды рода Fragilaria	Microcystis aeruginosa, Microcystis wesenbergii, Aphanizomenon flos-aquae, Anabaena flos-aquae, Anabaena planctonica, Stephanodiscus hantzschii	3,15	2,35	1,59	1,80
Маза									
0,10	4,98	0,352	3,903	Melosira varians	виды порядка Volvocales, Planktothrix agardhii, Anabaena flos-aquae	1,61	1,98	1,44	1,68
Тайдаков									
0,19	0,29	1,14	4,59	виды рода Fragilaria	виды рода Fragilaria, виды рода Chlamydomonas	1,91	2,31	1,77	1,88

*I – участок свободного течения реки, II – участок нижнего течения реки (устье-залив).
** Для Черемшанского залива данные приведены по: Экология фитопланктона…, 1989.
***В группу Stephanodiscus sp. sp. входят мелкоразмерные (диаметр створок 4,5-9,5 микрон) виды: *Stephanodiscus hantzschii*, *S. triporus*, *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *Cyclotella atomus* Hust.

Одной из особенностей переходной зоны «водохранилище-река», является зависимость состояния её водных масс от режима работы Жигулевской ГЭС. Усинский залив находится в зоне максимального подпора Куйбышевского водохранилища. «Цветение» воды залива наблюдается ежегодно. В июле 2015 г. был отмечен непродолжительный период, когда численность и биомасса фитопланктона Усинского залива снизились в несколько раз, виды, вызывающие «цветение» отсутствовали, а в районе исследования был зарегистрирован диатомовый планктон с доминированием *Aulacoseira granulata.* Нами установлено, что в это время в реке Уса (выше Усинского залива) также развивался в основном диатомовый планктон. Таким образом, в потоке воды р. Уса присутствует реофильный комплекс видов фитопланктона, который можно наблюдать в заливе только в периоды сработки уровня, когда происходит замена «водохранилищных» водных масс на «речные».

В отличие от участка, находящегося в зоне подпора водохранилища, часть реки со свободным течением характеризуется меньшими величинами численности и биомассы водорослей, отсутствием «цветения», доминированием диатомовых или диатомовых и зеленых водорослей (табл., рис. 1). Цианопрокариоты в исследованных реках были представлены в небольшом количестве, это виды родов Gomphosphaeria, Oscillatoria, Merismopedia не относящиеся к возбудителям «цветения» воды.

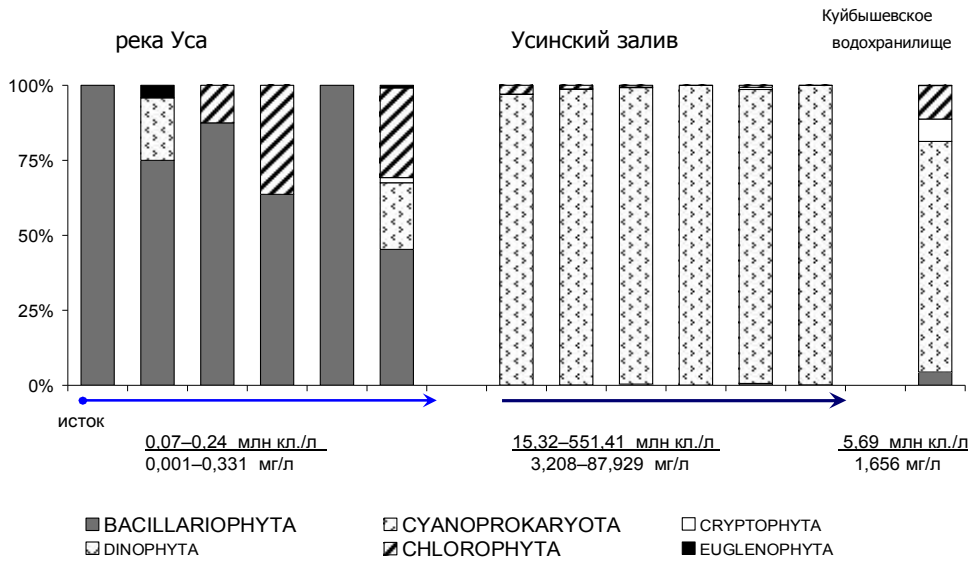


Рисунок 1 - **Соотношение численности групп водорослей в фитопланктоне на русловых станциях реки Уса и Усинского залива**

Цифры на рисунке: над чертой – пределы изменения численности фитопланктона, под чертой – биомассы

В планктоне рек Уса, Маза, Тайдаков численность и биомасса фитопланктона сравнительно невысоки (табл.). Доминируют в основном диатомеи: виды рода Fragilaria (F. capucina Desmaz., F. brevistriata Grun. in van Heurck) и Melosira varians Ag. В верхних участках рек многочисленны виды бентоса и обрастаний, выносимые в планктон течением (Navicula, Achnanthes, Cymbella и др.). В зоне перехода рек к заливу наряду с диатомовыми наблюдается доминирование в планктоне фитофлагеллят из зеленых водорослей (порядков Volvocales, Chlamydomonadales). В р. Б. Черемшан численность и биомасса водорослей выше, а комплекс доминантов более разнообразен (табл.), структуру альгоценозов определяют характерных для эвтрофных вод мелкоразмерные виды центрических диатомовых, хлорококковых зеленых водорослей и криптомонад (Горохова, 2016).

Распределение фитопланктона в реках неоднородно, но в целом его количество увеличивается вниз по течению (рис. 2).

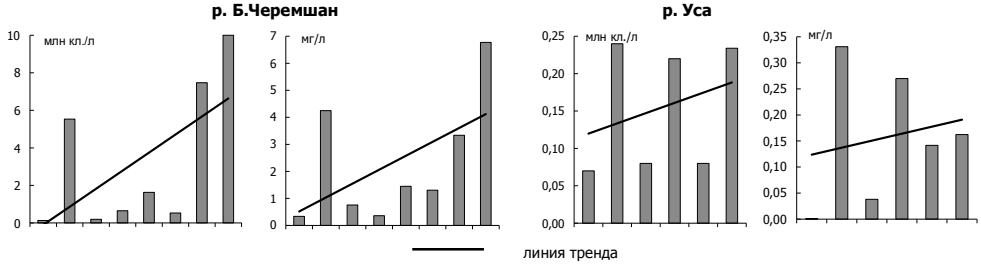


Рисунок 2 - **Изменения суммарной численности (млн кл./л) и биомассы (мг/л) фитопланктона на русловых станциях рек Б. Черемшан и Уса**

По уровню летней биомассы (табл.) исследованные реки могут быть охарактеризованы как олиго- и мезотрофные водотоки (р. Б. Черемшан как мезотрофно- эвтрофный на разных участках), тогда как устья-заливы этих рек соответствуют эвтрофному и гипертрофному состоянию. Высокая численность и биомасса водорослей часто регистрируется на участках у населенных пунктов, где, кроме того, отмечается доминирование в планктоне видов-индикаторов повышенной степени сапробности (*β-α-*, *α-* и *α-β*-мезосапробов). Например, в верхнем течение реки Б. Черемшан у с. Черемшан (2012 г.) количество фитопланктона было на порядок выше, чем на соседних станциях, а в планктоне в большом количестве отмечены *Planktothrix agardhii*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Cyclotella meneghiniana*, *Nitzschia palea*, *Navicula cryptocephala* Kütz., *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun., *Cymbella silesiaca* Bleich. Более высокие индексы сапробности характерны также для участка этой реки у г. Димитровград. Величины индексов сапробности для исследованных рек изменяются на разных участках в пределах 1,37-2,24, для устьев-заливов от 1,58 до 2,29; верхние течения рр. Маза

и Уса соответствуют олигосапробной зоне самоочищения (1,37-1,42). В целом воды рек и их устьев-заливов относятся к β-мезосапробной зоне (табл.).

Оценка видового разнообразия (с помощью индекса Шеннона) позволила установить, что бóльшим ценотическим разнообразием отличаются, как правило, альгоценозы в зоне перехода реки к заливу. Например, участок течения р. Уса в месте его условного перехода в Усинский залив отличался максимальными индексами Шеннона (2,7-3,6), тогда как в верхнем течение реки и на участке залива вблизи водохранилища индексы составляли 2,5-3,0 и 1,5-2,1 соответственно. Возрастание величин индексов видового разнообразия от истока к заливу отмечено для рек Маза и Тайдаков. Зарегистрированы черты упрощения ценотической структуры фитопланктона во время массового развития Cyanoprokaryota в Усинском заливе: было отмечено снижение числа видов и выравненности их обилия. При высоком уровне развития цианопрокариот в сезонной динамике величин индекса Шеннона наблюдалась зависимость от периодов формирования пиков «цветения». Вертикальное распределение величин численности фитопланктона и индекса видового разнообразия во время «цветения» также характеризовалось снижением последнего в слое воды 0-2 м, где были отмечены максимальные концентрации Cyanoprokaryota (Горохова, 2016). В р. Б. Черемшан индексы Шеннона варьировали на разных станциях от 1,3 до 2,9. В целом более высокие показатели видового разнообразия характерны для прибрежий (2,0-2,7) и для участков у крупных населенных пунктов (2,9-2,9), невысокие индексы получены для сообществ фитопланктона в истоке и верхнем течение реки (1,3-1,8).

Таким образом, часть реки со свободным течением и участок реки, находящийся в зоне подпора водохранилища (устье-залив), существенно различаются по показателям численности, биомассы фитопланктона, составу и структуре преобладающих групп водорослей, показателям видового разнообразия. В целом фитопланктон исследованных рек имеет следующие особенности:

- виды водорослей, доминирующие в планктоне Куйбышевского водохранилища являются структурообразующими и в альгоценозах планктона участков его притоков, находящихся в зоне подпора
- для устьев-заливов характерно продолжительное развитие и доминирование Cyanoprokaryota (до уровня «цветения» воды), снижение численности и биомассы которых происходит по мере удаления от водохранилища
- особенностью устьев-заливов в зоне подпора водохранилища является зависимость количественных и структурных показателей их планктона от уровенного режима Куйбышевского водохранилища и работы ГЭС
- в отличие от участка, находящегося в зоне подпора, часть реки со свободным течением характеризуется меньшими величинами численности и биомассы водорослей, отсутствием «цветения», доминированием диатомовых или диатомовых и зеленых водорослей, увеличением количества фитопланктона вниз по течению
- воды рек и их устьев-заливов относятся к β-мезосапробной зоне самоочищения, величины индексов сапробности изменяются в пределах 1,37-2,24 для рек и от 1,58 до 2,29 для устьев-заливов; повышение индексов сапробности

у крупных населенных пунктов свидетельствует о процессах интенсификации загрязнения органическими веществами, и усиления нагрузки на самоочистительный потенциал рек

- установлено бóльшее видовое разнообразие альгоценозов планктона в зоне перехода от реки к заливу; зарегистрированы черты упрощения ценотической структуры в период массового развития Cyanoprokaryota в устье-заливе.

Литература

Горохова О.Г. Состав и структура сообществ фитопланктона Усинского залива Куйбышевского водохранилища в период «цветения» воды / Известия СамНЦ РАН, 2016. в печати.

Горохова О.Г. К изучению альгофлоры планктона реки Большой Черемшан / Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. 2016. в печати.

Зинченко Т.Д., Головатюк Л.В. Реки. // Голубая книга Самарской области: Редкие и охраняемые гидробиоценозы. Самара: СНЦ РАН, 2007. С. 22-29.

Розенберг Г.С., Саксонов С.В. Краткая характеристика природных условий Самарской области. Голубая книга Самарской области: Редкие и охраняемые гидробиоценозы. Самара: СНЦ РАН, 2007. С. 11-17.

Куйбышевское водохранилище (научно-информационный справочник) / Отв. ред. Г.С. Розенберг, Л.А. Выхристюк. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2008. 123 с.

Номоконова В.И., Паутова В.Н. Первичная продукция фитопланктона в Куйбышевском и Саратовском водохранилищах в летние сезоны 2009-2011 гг. / Известия СамНЦ РАН, 2013. т. 15, № 3. С. 185-193.

Охапкин О.Г., Юлова Г.А. Анализ динамических взаимодействий водохранилища и эвтрофированного притока по показателям видовой структуры фитопланктона // Экологические проблемы бассейнов крупных рек. Тез. междунар. конф. Тольятти, 1993. С.112-113.

Сахарова Е.Г., Корнева Л.Г. Видовой состав и структурно-функциональная организация сообществ гидробионтов. Фитопланктон // Гидроэкология устьевых областей притоков равнинного водохранилища /ред. А. В. Крылов. ИБВВ РАН. Ярославль: Филигрань, 2015. С. 138-150.

Фитопланктон Нижней Волги. Водохранилища и низовье реки. СПб.: Наука, 2003. 232 с.

Экология фитопланктона Куйбышевского водохранилища. Л.: Наука, 1989. 302 с.

ABSTRACT. The estimation of the status of some rivers, tributaries of the Kuibyshev Reservoir on phytoplankton. Part of the river free-flowing section of the river and located in the backwater of the reservoir zone (mouth-bay) significantly differ in the number of indicators of phytoplankton biomass, composition and structure of the predominant groups of algae, species diversity indices.

СОСТАВ И СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА НИЖНЕКАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Л.Г. Гречухина, О.С. Любина

Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Казань, olyubina@mail.ru, rezedageorgii@mail.ru

Введение

Нижнекамское водохранилище это водоем многоцелевого назначения, испытывающий на себе антропогенное воздействие. Изучение кормовой базы этого водоема было начато сразу после его создания, однако сведений по состоянию кормовых ресурсов в зимний период не достаточно.

В феврале 2016 г. сотрудниками лаборатории водных биоресурсов и мониторинга Татарского отделения «ГосНИОРХ» были проведены исследования фитопланктона Нижнекамского водохранилища.

Материалы и методы исследования

Пробы фитопланктона отбирали с 26 по 28 февраля 2016 г. на семи станциях, преимущественно в центральном плесе (рис. 1). Станция 1, 3, 5 располагались в прибрежной части реки в мелководной зоне (с глубинами от 1,8 до 2,5 м). Станции 2, 7 характеризовались большими глубинами (от 4 до 6 м), но располагались в прибрежье. Станции 4, 6 были отобраны ближе к руслу р. Кама, обладали большими глубинами (от 7 до 10 м).

Отбор и камеральную обработку проб фитопланктона осуществляли согласно общепринятым методикам (Методика…, 1975; Водоросли …, 1989). Пробы фитопланктона объемом 0,5 л отбирали подо льдом, с поверхностного слоя воды с последующей фиксацией 4% раствором формальдегида.

Фитопланктон концентрировали методом отстаивания. После осаждения планктона пробы концентрировали путем сливания по каплям среднего слоя воды в два этапа до 30 мл и затем фиксировали 40% формалином. Определение качественного состава водорослей проводилось с использованием: «Определителя пресноводных водорослей СССР» (Забелина и др., 1951; Голлербах и др., 1963; Матвиенко, 1954; Скабичевский, 1960). Для идентификации зеленых водорослей использовали определитель (Царенко, 1990). При количественной обработке пробы просчитывали в счетной камере «Горяева» объемом 0,0009 мл, в трех повторностях с пересчетом содержания водорослей в 1 л воды. Биомассу определяли счетно-объемным методом (Федоров, 1979).

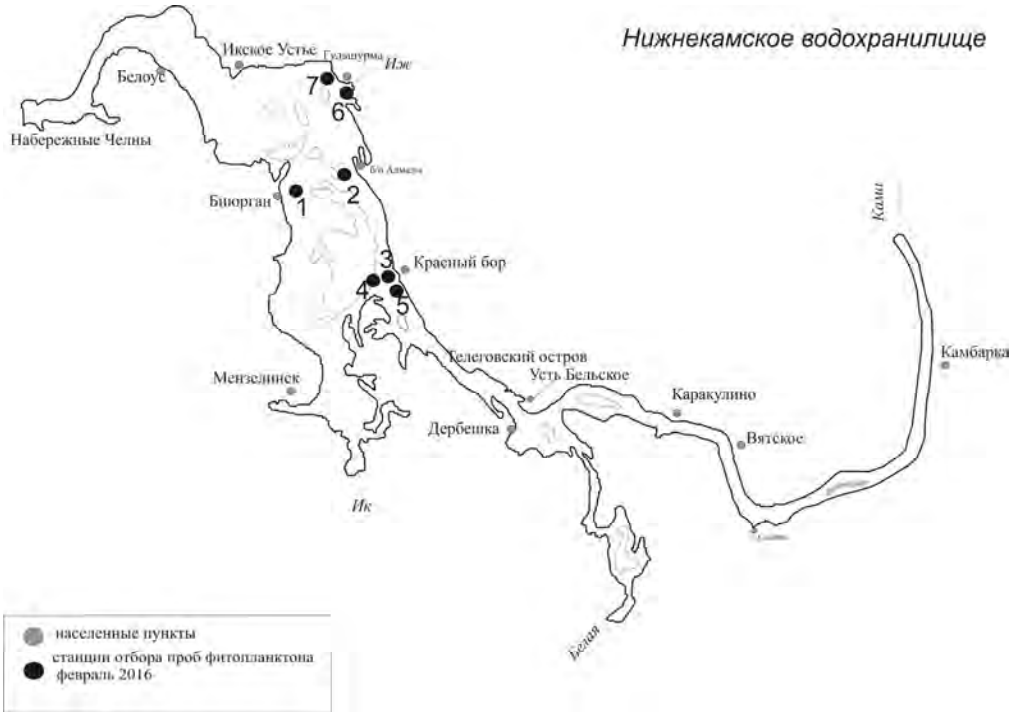


Рисунок 1 - **Схема расположения станций в прибрежье Нижнекамского водохранилища.** 1-7 – номера станций

Результаты и их обсуждения

В зимний период в составе фитопланктона Нижнекамского водохранилища выявлено 29 таксонов водорослей рангом ниже рода из четырех отделов.

Основу таксономического спектра составляли диатомовые водоросли (Bacillariophyta) – 25 видов (87% от общего числа видов), затем следовали сине-зеленые (Cyanophyta) – 1 вид (3%), золотистые (Chrisophyta) – 1 вид (1%) и зеленые (Chlorophyta) – 2 вида (7 %) (рис. 2).

Наиболее широко на исследуемом участке Нижнекамского водохранилища были распространены *Melosira varians* Ag. (частота встречаемости 71%) и *Aulacoseira islandica* (O.Mull.) Simonsen (57%).

Численность фитопланктона на станциях менялась от 74 тыс.кл./л до 568 тыс.кл./л., в среднем 268 ± 66 тыс.кл./л. По численности на ст.1 и 3 доминировала диатомовая водоросль *Navicula lanceolata* (Ag.), на ст. 4 - диатомовая водоросль *Cyclotella* sp.

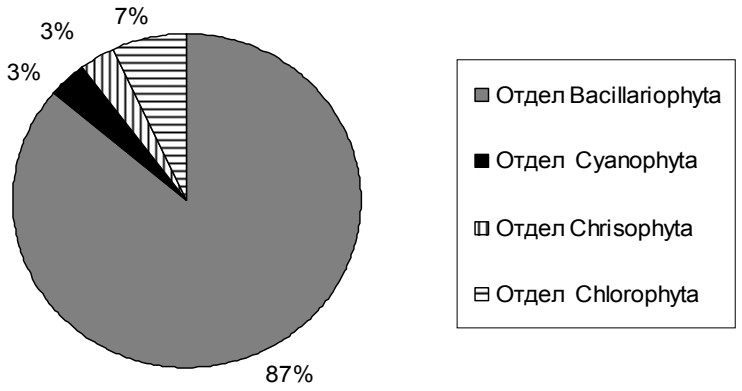


Рисунок 2 - **Процентное соотношение от общего числа видов по 7 исследуемым станциям**

Биомасса фитопланктона по станциям колебалась от 0,04 мг/л до 3,62 мг/л., в среднем 1,17 ± 0,54 мг/л. В биомассе на ст.1, 3 и 5 преобладала диатомовая водоросль *Melosira varians* Ag., на ст. 6 и 7 доминантом была диатомовая водоросль *Aulacoseira islandica* (O.Mull.) Simonsen.

Максимальная биомасса и численность наблюдались на станции 1 в Камско-Икской пойме, напротив поселка Биюрган – 3,62 мг/л и 568 тыс.кл./л. Минимальная биомасса и численность были встречены на станции 6 у населенного пункта Благодать в устье р. Иж – 0,04 мг/л и 74 тыс. кл./л (рис. 3).

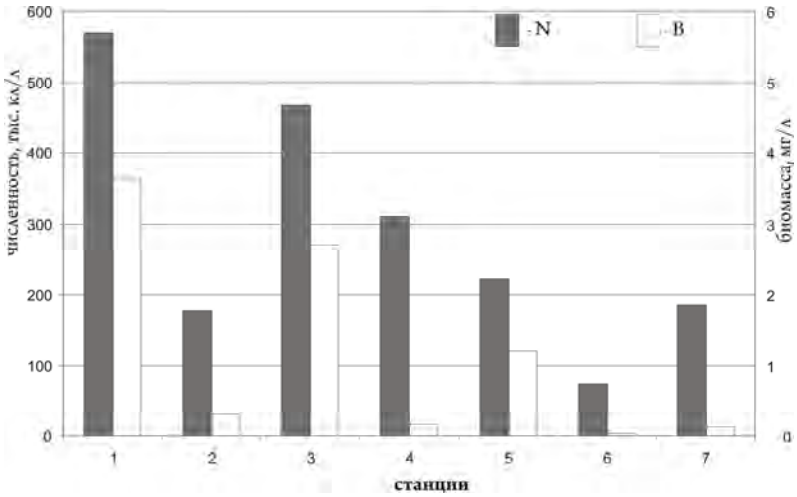


Рисунок 3 - **Количественные показатели фитопланктона на исследованных станциях Нижнекамского водохранилища в зимний период 2016 г**.
N – численность; тыс.кл./л, В – биомасса; мг/л

В целом наибольшие численность и биомасса микроводорослей были зафиксированы в мелководных участках с глубинами (1,8-2,5 м).

В исследуемый период основную долю в общую численность фитопланктона вносят диатомовые водоросли, в среднем по всем станциям 93,53 ± 2,62% (рис. 4). Доля золотистых водорослей по численности в среднем составляет 11,01 ± 1,48%, зеленых водорослей – 5,95 ± 1,19%, сине-зеленых – 5,65 ± 1,49%. На станциях 5, 6 и 7 весь таксономический состав был представлен диатомовыми.

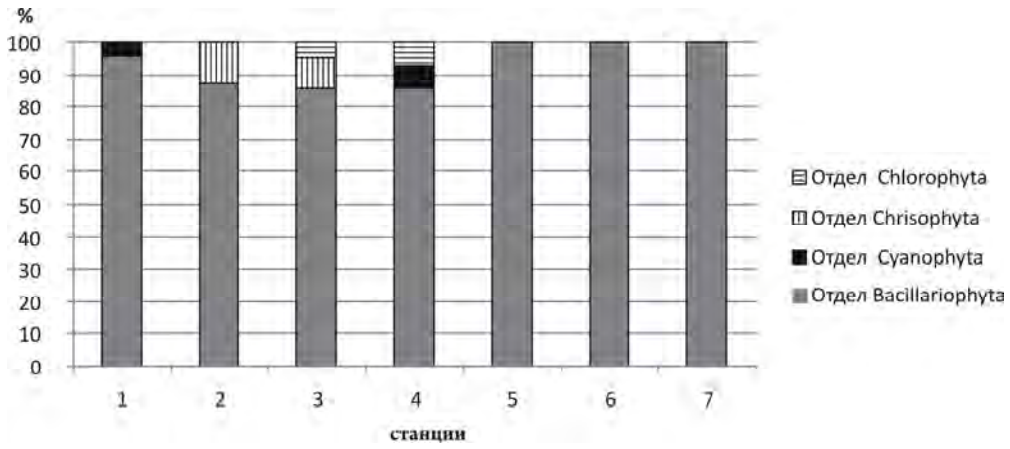


Рисунок 4 - **Процентное соотношение фитопланктона от общей численности по 7 исследуемым станциям Нижнекамского водохранилища (февраль 2016 г.)**

В целом по биомассе повсеместно преобладали диатомовые, их доля в среднем составляла 98,95 ± 0,81%. В одном участке исследованного района у н.п. Красный бор, в русловой части ближе к правому берегу реки, было выявлено некоторое увеличение доли сине-зеленых водорослей до 5%.

Наивысшее таксономическое разнообразие в районе исследования отмечалось на относительно мелководных станциях (1, 3 и 5). На этих станциях основной вклад в видовой комплекс фитопланктона исследованных участков вносили планктонно-бентосные виды диатомовых из родов *Navicula* и *Nitzschia* и прикрепленных из рода *Gomphonema* . На глубоководных участках (станции 2, 4, 6 и 7) в составе фитопланктона по разнообразию таксонов выделялись истинно планктонные виды диатомовых из родов *Aulacoseira, Cyclotella* и *Melosira.*

Заключение

В составе зимнего фитопланктона прибрежных участков Нижнекамского водохранилища выявлено 29 видов, представленных в основном диатомовыми водорослями. Эта же группа была доминирующей в общей биомассе и численности. Средняя численность и биомасса фитопланктона на мелководьях выше, чем на глубоководных участках. В районе исследования наибольшая биомасса и численность микроводорослей встречены на 1 станции напротив н.п. Биюрган в Камско-Икском устье на мелководье, а наименьшая биомасса и численность – в глубоководной зоне на станции 6 у населенного пункта Благодать, в районе устья р. Иж. Проведенные исследования выявили обедненность флоры в зимний период со значительным преобладанием диатомовых по всем количественным параметрам. Подобная структура фитопланктона в зимний период была отмечена и на Новосибирском водохранилище (Науменко, Нечаева, 2000).

Литература

Водоросли. Справочник. Киев: Наукова думка, 1989. 608 с.

Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Сине-зеленые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: Госиздат, 1963. Вып. 2. 652 с.

Забелина М.М., Кисилев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. Диатомовые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: Советская наука, 1951. Вып. 4. 619 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.

Матвиенко А.М. Золотистые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. М., 1954. Вып. 3. 188 с.

Науменко Ю.В., Нечаева М.С. Видовой состав зимнего фитопланктона Новосибирского водохранилища // Сибирский экологический журнал, 2000. №2. С. 173-176.

Скабичевский А.П. Систематика, экология и распространение // Планктонные диатомовые водоросли пресных вод СССР. М., Изд-во Моск. ун-та, 1960. 346 с.

Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М., Изд-во Моск. ун-та, 1979. 168 с.

Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев: Наукова думка, 1990. 208 с.

ABSTRACT. Results of studying winter phytoplankton of Nizhnekamsk reservoir in 2016 are presented in the paper. According obtained data 29 algae species belonging to four divisions represented mainly by diatoms algae.

ЗНАЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МОРФОЛОГИИ АППАРАТА ПИТАНИЯ СЕМГИ (*SALMO SALAR* L.) В ХОДЕ ЗАХВАТА ДОБЫЧИ

Е.С. Громова, В.В. Махотин

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Биологический факультет, кафедра ихтиологии, Москва, zhenya_s@inbox.ru

Введение. Исследование структуры взаимосвязи между формой и функцией является актуальной темой морфологических исследований. Наиболее доступны для изучения механические взаимодействия как внутри тела животного, так и между ним и окружающей средой. Значительный эволюционный успех, достигнутый группой Actinopterygii, связывают с развитием их эффективного аппарата питания. При расширении спектра объектов кормодобывания и освоении разнообразных экологических ниш адаптивно изменялись строение и функционирование органов и систем, непосредственно связанных с захватом, обработкой и проглатыванием пищи. Изучение строения и функционирования аппарата питания от примитивных до продвинутых представителей Teleostei используется для понимания путей эволюционного развития этой группы рыб.

Семейство Salmonidae хорошо изучено с точки зрения анализа аспектов поведения и физиологии в онтогенезе, однако некоторые существенные особенности конструкции их висцерального аппарата описаны лишь недавно (Konow, Sanford, 2008a, 2008b; Camp et al., 2009). Исследование морфологии аппарата питания сёмги *Salmo salar* поможет выяснить особенности способа захвата и внутриротовой обработки пищевых объектов, свойственные представителям Salmonidae.

Используемый в работе макроанатомический уровень раскрывает биомеханические свойства скелетномышечной системы объекта. Мускулы, в сравнении с костными элементами, в ходе онтогенеза способны легче адаптивно модифицировать свою структуру и функции в результате изменения распределения нагрузок в рамках висцерального аппарата (Иорданский, 1990). Структура апоневротического каркаса аппарата питания отражает функциональные возможности и условия пространственного размещения входящих в его состав мышц, сила и длительность сокращения которых коррелируют с их строением и распределением волокон. Поскольку возможности к саморегуляции отдельных составляющих этой системы дополняются соответствующими признаками целостного механизма, в итоге весь комплекс висцеральных мышц семги демонстрирует более значительную способность к самостабилизации, выражающуюся в развитии конкретных морфологических адаптаций, описываемых в данной работе.

В литературе имеются описания скелета головы (Bruch, 1861; Parker, 1873; Дорофеева, 2010; Юрцева, 2011), строения мускулатуры висцерального аппарата

(Ballintijn, Hughes, 1965; Winterbottom, 1974), а также совместное исследование элементов скелетномышечной системы некоторых видов лососевых рыб (Sanford, 2001; Konow, Sanford, 2008a, 2008b; Camp et al., 2009). Однако морфологические особенности внутренней структуры и взаимоотношений некоторых основных мышц аппарата питания данной группы рыб в этих работах, на наш взгляд, изучено недостаточно подробно; вследствие этого выводы о специфике их совместного функционирования требуют корректировки.

Цель настоящей работы − детально исследовать участвующие в процессе питания сёмги структуры висцерального аппарата, уделяя особое внимание некоторым соединительнотканным образованиям, связкам и сухожилиям, для анализа их совместного функционирования в ходе разных фаз обработки пищи внутри ротовой полости, описанных для данного семейства. Настоящее исследование вносит вклад в более детальное понимание особенностей функционирования аппарата питания этой ценной промысловой рыбы.

Материал и методы. Исследовали строение мышц, соединительнотканных элементов и скелета висцерального аппарата семги *Salmo salar*. Были изучены 3 сухих, 4 спиртовых и 2 свежих препарата голов сёмги, а также ализариновые препараты костей, имеющиеся на кафедре ихтиологии МГУ. Для анализа строения элементов скелета головы использовали очищенные по отдельности кости суспензориума, аппарата гиоида, жаберных дуг и нейрокраниума.

Препараты исследовали при помощи бинокуляра Carl Zeiss Stemi SV11. Цветные цифровые фотографии препаратов (камера Panasonic DMC-FZ8) обрабатывали в программе Adobe Photoshop CS2, создавая по ним точные контурные рисунки, которые затем корректировали, сравнивая с исходным объектом. В ходе работы выполнили более 35 рисунков.

Результаты и обсуждение. В работе проведено детальное исследование строения мускулов, соединительнотканных и костых элементов висцерального аппарата семги. Во время ловли добычи сёмга в основном используют укус, нежели всасывание, поскольку её оперкулярная полость не очень хорошо развита: бранхиостегальные лучи короткие и расположены тесным рядом, напоминая таковые у ранних палеонисков (Palaeonisciformes) (McAllister, 1968), и не могут создавать большой перепад давления, необходимый для засасывания добычи, что свойственно Neoteleostei. Кости суспензориума причленяются к хрящевому обонятельному отделу черепа своими неокостеневающими частями, что говорит об отсутствии ярко выраженной подвижности этих элементов относительно нейрокраниума при поворотах суспензориумов и отсутствии прикладывания нагрузок в процессе питания на эти области, так как в противном случае здесь бы сформировались костные суставы. Основную нагрузку при изначальном схватывании добычи берут на себя maxillare и praemaxillare, расположенные друг за другом, и лишённые подвижности для создания силового укуса. Однако сёмга имеет относительно продвинутое состояние двойного причленения передней части суспензориума к нейрокраниуму (которое предоставляет переднему концу

суспензориума более значительную свободу поперечных поворотов относительно нейрокраниума) − некий аналог состояния, имеющего место у группы колючепёрых рыб, например у судака *Stizostedion lucioperca* (Elshoud-Oldenhave, 1979).

Сёмга обладает не подразделенным на многочисленные порции (как у Neoteleostei) нижнечелюстным аддуктором, демонстрирующим неспециализированное состояние по данному признаку у этого вида (Громова и др., 2014). Единственная, находящаяся в области верхней челюсти, порция A2 m. adductor mandibulae (рис. 1а) ориентирована наклонно по отношению к рычагу нижней челюсти, поэтому часть её силы тратится на возникновение продольных нагрузок на нижнюю челюсть, которые являются нежелательными для поддерживания целостности челюстного сустава. Однако сёмга имеет хорошо развитые ретроартикулярные отростки (pr. postarticularis по: Nelson, 1973) нижней челюсти, которые служат как для опускания dentale, так и для фиксации задней области челюстного сустава, ограничивая его возможные продольные смещения. У этой рыбы хорошо развит венечный отросток anguloarticulare, на котором крепятся апоневроз порции A2 (ap. maxillaris) (рис. 1б) и волокна порции Aw аддуктора; тем самым плечо силы m. adductor mandibulae относительно челюстного сустава увеличивается, поскольку венечный отросток делает наклонно расположенную порцию A2 механически более эффективным аддуктором. Роль увеличенной порции Aw аддуктора сёмги заключается в распределении силы порции A2, крепящейся на ap. maxillaris, на большую поверхность костей нижней челюсти. Сокращение огромной порции A2 должно создавать значительную силу, которая через свой апоневроз прилагалась бы к краю венечного отростка и небольшому участку под tendo articularis. Решением этой проблемы стало развитие порции Aw m. adductor mandibulae. Помимо этого, образование такой крупной порции в нижней челюсти полезно для создания большей силы укуса.

У сёмги m. adductor mandibulae и m. levator arcus palatini контактируют между собой посредством мощной, толстой и блестящей подвешивающей перепонки суспензориума (membrana suspensorii) (рис. 1б, 2). Эта плёнка представляет собой комплекс мускульных апоневрозов от двух встретившихся мускулов – m. adductor mandibulae и m. levator arcus palatini, результат наползания аддуктора снизу и снаружи на леватор. Вследствие этого плёнка предстаёт в виде сухожильного промежутка в составе «единого двухпорционного мускула». Таким образом, два мускула оказываются функционально объединены. Увеличенная сила сокращения этого «комплексного мускула» может быть необходима для создания более высокой скорости закрывания нижней челюсти. При этом m. adductor mandibulae получает прибавку не только в силе сокращения (через увеличение массы), но и в амплитуде, так как получает расширенную поверхность для прикрепления волокон на нейрокраниуме, которая без m. levator arcus palatini была ему недоступна (Иорданский, 1990).

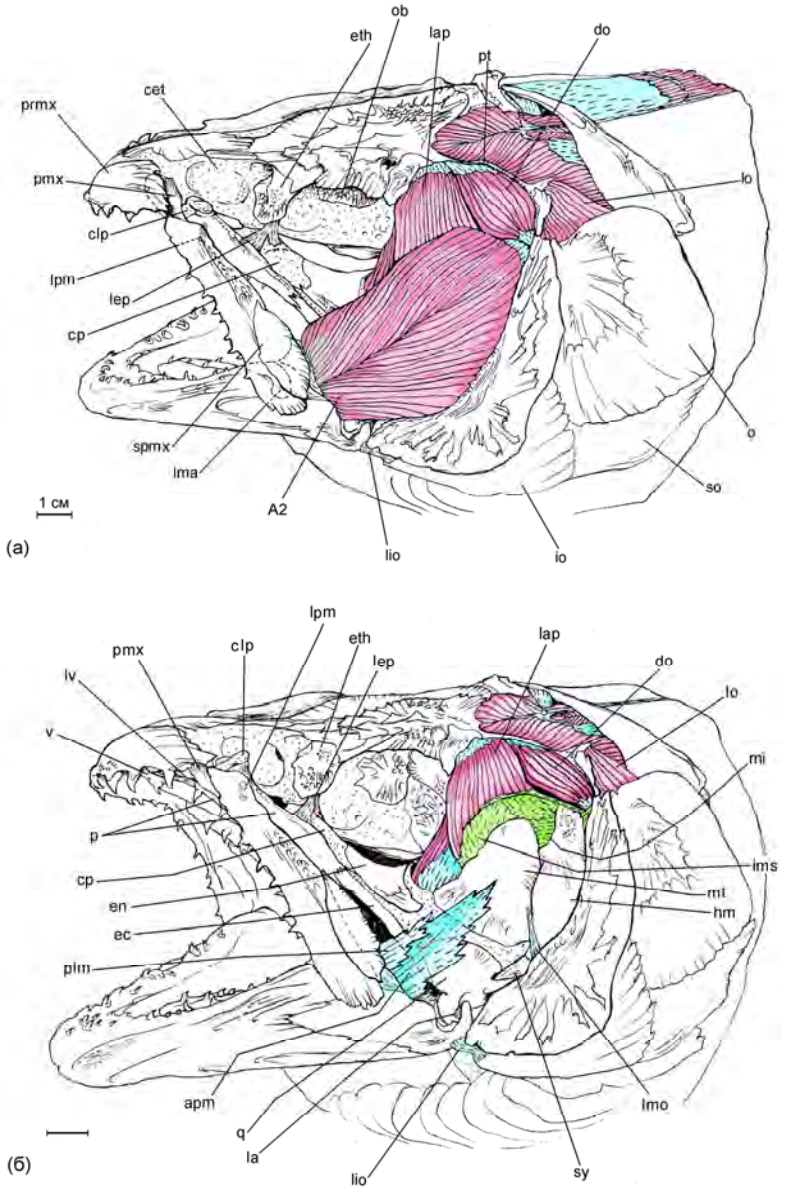


Рисунок 1 **- Голова семги *Salmo salar*, вид сбоку: а - после снятия окологлазничных костей, б – после снятия части мускулатуры. Membrana suspensoria показана зеленым**

Используя разные комбинации областей совместно сокращающихся компонентов такого «двухпорционного мускула» (m. adductor mandibulae и m. levator arcus palatini), рыба может добиться разнообразия движений суспензориумов и нижней челюсти, обеспечивая оптимальное приложение сил к удерживаемому в челюстях объекту (Иорданский, 1990), так как известно, что апоневротический каркас может в значительной степени повышать разнокачественность сокращения мускула. Наличие внутреннего каркаса у m. levator arcus palatini, образованного многочисленными апоневротическими рёбрами, отходящими от sphenoticum и pteroticum, способствует увеличению силы сокращения данного мускула (Дзержинский, 1972; Иорданский, 1990). Их наличие говорит в пользу статической функции изометрического сокращения данного мускула. Передняя часть m. dilatator operculi (рис. 1) скрыта под массой волокон m. levator arcus palatini.

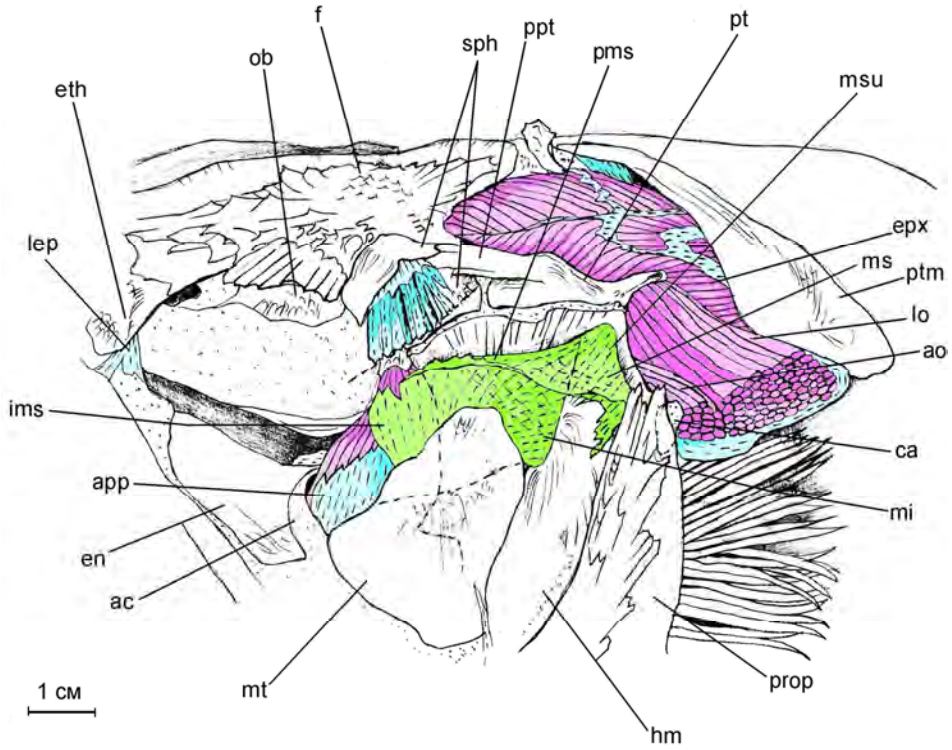


Рисунок 2 - **Membrana suspensoria семги *Salmo salar* (зеленым), вид сбоку**

Во время захвата корма челюстями у представителей лососевых происходит поднятие нейрокраниума при помощи сокращения эпаксиальной мускулатуры: это ориентирует ротовое отверстие рыбы навстречу приближающейся добыче.

При опускании нижней челюсти задний конец maxillare сёмги способен поворачиваться вентрально за счёт наличия lig. maxilloarticulare (рис. 1а), тяжа недифференцированной волокнистой соединительной ткани и ножки maxillare. При открывании рта силы, направленные на абдукцию dentale, передаются на нижнюю челюсть в основном через мощно развитое lig. interoperculomandibulare (рис. 1) за счет сокращения m. sternohyoideus. Большой амплитуды движений interhyale сёмги мы не находим. Кроме того, повороты epihyale относительно interhyale ограничивает короткое lig. hyointeroperculare inferior, благодаря которому верхняя часть epihyale прочно прикреплена к interoperculum. Сила сокращения m. sternohyoideus, помимо epihyale, начинает передаваться и на interoperculum, поскольку оно с гиоидом действует как единое целое. Роль lig. mandibulohyoideum в открывании рта снижается, так как эта связка присоединяется к epihyale сразу же ниже lig. hyointeroperculare inferior. Основным путём передачи силы сокращения m. sternohyoideus на нижнюю челюсть становится lig. interoperculomandibulare, поскольку оно прикрепляется ближе к точке приложения вектора силы m. sternohyoideus к гиоидной дуге (к urohyale). Таким образом, задняя часть гиоидной дуги у сёмги малоподвижна относительно суспензориума и костей жаберной крышки. В связи с наличием всех этих особенностей конструкции висцерального аппарата становится объяснимой высокая амплитуда и продолжительность сокращения m. sternohyoideus в ходе захвата добычи лососевых рыб (например, у радужной форели *Oncorhynchus mykiss* (Konow, Sanford, 2008b)). M. levator operculi и m. sternohyoideus вкладываются в опускание нижней челюсти, действуя через одну и ту же связку - lig. interoperculomandibulare.

Заключение. Сёмга обладает рядом примитивных признаков в строении элементов висцерального аппарата и, в частности, системы его мышц и соединительнотканных образований. Увеличение силы и прочности челюстного аппарата достигается путём выбора системы более прямых связей передачи усилий при обработке добычи взамен многозвенного пути, который присутствует в максиллярном аппарате Neoteleostei. Кроме того, при наличии соответствующих малоподвижных костей (maxillare, praemaxillare, palatinum и др.) достигается пассивная оптимизация распределения входящих нагрузок, возникающих в челюстном аппарате при удержании и внутриротовой обработке добычи.

Удалось выяснить, что передача силы между m. adductor mandibulae и m. levator arcus palatini происходит через membrana suspensorii, которая представляет собой комплекс мускульных апоневрозов от двух встретившихся мускулов – m. adductor mandibulae и m. levator arcus palatini. Функционально m. adductor mandibulae и m. levator arcus palatini, сокращающиеся в пределах двухпорционного мускула, можно интерпретировать как адаптацию, повышающую общую скорость сокращения такого «единого мускула». Высокая амплитуда и продолжительность сокращения m. sternohyoideus в ходе захвата добычи лососевых рыб связана с особенностями конструкции их висцерального аппарата. Задняя часть гиоидной дуги у сёмги малоподвижна относительно суспензориума

и костей жаберной крышки; основным путём передачи силы сокращения m. sternohyoideus на нижнюю челюсть становится lig. interoperculomandibulare. Таким образом, морфологически обособленные мускулы (пара m. adductor mandibulae и m. levator arcus palatini и пара m. levator operculi и m. sternohyoideus) в аппарате питания сёмги оказываются функционально объединены, что говорит в пользу сложного комплексного управления элементами висцерального аппарата у данной рыбы.

Литература

*Громова Е.*С., *Герасимов К.Б., Дзержинский Ф.Я.* 2014. Сходство строения мускулов, участвующих в кормежке лососевых и аравановых рыб в сравнении с сельдевыми и окуневыми // Матер. V Всеросс. науч. конф. «Поведение рыб». Борок: Костромск. печат. дом. С. 48−53.

Дзержинский Ф.Я. 1972. Биомеханический анализ челюстного аппарата птиц. М.: Изд-во МГУ, 155 с.

*Дорофеева Е.*А. 2010. Беломорские форели в системе полиморфного вида *Salmo trutta* Linnaeus // Матер. XI Всерос. конф. с междунар. участием «Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря». СПб.: Изд-во ЗИН РАН. С. 47−49.

Иорданский Н.Н. 1990. Эволюция комплексных адаптаций: челюстной аппарат амфибий и рептилий. М.: Наука, 308 с.

*Юрцева А.*О. 2011. Морфологическая изменчивость атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в естественных условиях и аквакультуре: Автореф. дис. … канд. биол. наук. СПб.: СПбГУ, 22 с.

Ballintijn C.M., Hughes G.M. 1965. The muscular basis of the respiratory pumps in the trout // J. Exp. Biol. V. 43. P. 349−362.

Bruch K. 1861. Vergleichende Osteologie des Rheinlachses (*Salmo salar* L.) mit besonderer Berucksichtigung der Myologie nebst einleitenden Bemerkungen uber die skelettbildenden Gewebe der Wirbelthiere. Mainz. Verlag von Victor V. Zabern. P. 1−22.

Camp A.L., Konow N., Sanford C.J. 2009. Functional morphology and biomechanics of the tongue-bite apparatus in salmonid and osteoglossomorph fishes // J. Anat. V. 214. P. 717−728.

Elshoud-Oldenhave M.J.W. 1979. Prey capture in the pike-perch, *Stizostedion lucioperca* (Teleostei, Percidae): a structural and functional analysis // Zoomorphology. V. 93. P. 1–32.

Konow N., Sanford C.P.J. 2008a. Is a convergently derived muscle-activity pattern driving novel raking behaviours in teleost fishes? // J. Exp. Biol. V. 211. P. 989−999.

Konow N., Sanford C.P.J. 2008b. Biomechanics of a convergently derived prey-processing mechanism in fishes: evidence from comparative tongue bite apparatus morphology and raking kinematics // Ibid. V. 211. P. 3378−3391.

McAllister D.E. 1968. Evolution of branchiostegals and associated opercular, gular and hyoid bones, and classification of Teleostome fishes // Nat. Mus. Can. Bull. V. 221. Biol. Ser. № 77. P. 1−239.

Nelson G.J. 1973. Notes on the structure and relationships of certain Cretaceous and Eocene Teleostean fishes // Ibid. № 2524. P. 1−31.

Parker W.K. 1873. On the structure and development of the skull in the salmon (*Salmo salar* L.). The Bakerian lecture // Phil. Trans. Roy. Soc. London. V. 163. P. 95−145.

Sanford C.J. 2001. Kinematic analysis of a novel feeding mechanism in the brook trout *Salvelinus fontinalis* (Teleostei: Salmonidae): behavioral modulation of a functional novelty // J. Exp. Biol. V. 204. P. 3905−3916.

Winterbottom R. 1974. A descriptive synonymy of the striated muscles of the Teleostei // Proc. Acad. Nat. Sci. Phil. V. 125. P. 225–317.

Условные обозначения

Рисунок 1 - Голова сёмги *Salmo salar*, вид сбоку: a − после снятия окологлазничных костей, б – после снятия части мускулатуры: A2 − portio A2 m. adductor mandibulae, apm − aponeurosis maxillaris portio superior m. adductor mandibulae, cet – хрящ обонятельного отдела нейрокраниума, clp – хрящевой латеральный вырост os palatinum, cp – cartilago palatina os palatinum, do − m. dilatator operculi, ec – ectopterygoideum, en – entopterygoideum, eth – ectoethmoideum, hm – hyomandibulare, ims – нижняя поверхность подвешивающей перепонки суспензориума (pars inferior membrana suspensorii), io – interoperculum, la – lig. articulare, lap − m. levator arcus palatini, lep – lig. ethmopalatinum, lio – lig. interoperculomandibulare, lma – lig. maxilloarticulare, lmo – lig. metapterygoideum, lo − m. levator operculi, lpm – lig. palatomaxillare, lv – lig. vomerale, mi – нижний карман подвешивающей перепонки суспензориума (marsupium inferior membrana suspensorii), mt – metapterygoideum, o – operculum, ob – orbitosphenoideum, p – palatinum, plm − pars lateralis aponeurosis maxillaris m. adductor mandibulae, pmx – ножка maxillare (pedunculus maxillare), prmx – praemaxillare, pt – pteroticum, q – quadratum, so – suboperculum, spmx – supramaxillare, sy – symplecticum, v – vomer. Масштаб 1 см.

Рисунок 2 - Membrana suspensoria семги *Salmo salar*, вид сбоку: ac – прослойка хряща между костями суспензориума, ao − m. adductor operculi, app − aponeurosis palatinus m. adductor arcus palatini, ca – суставная головка hyomandibulare для причленения operculum, epx – эпаксиальная мускулатура (m. epaxialis), f – frontale, ms - membrana suspensorii, msu – верхний карман подвешивающей перепонки суспензориума (marsupium superior membrana suspensorii), pms – складка подвешивающей перепонки суспензориума (plica membrana suspensorii), ppt – pr. pteroticus, prop – praeoperculum, ptm – posttemporale, sph – sphenoticum; ост. обозначения см. на рис. 1. Масштаб 1 см.

ABSTRACT. The paper described in detail the structure of the visceral apparatus salmon *Salmo salar* and developed terminology refered to not previously described aponeurotic constructions and ligaments. We conducted the comparative analysis of the obtained anatomy results and literature data. The paper analyses the peculiarities of functioning of the salmon visceral apparatus during feeding.

ОСОБЕННОСТИ МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ МАКРОЗООБЕНТОСА И ЕГО ОЦЕНКА КАК ОБЪЕКТА ПИТАНИЯ БЕНТОСОЯДНЫХ РЫБ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2010-2015 ГГ.

Д.С. Даирова
Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Астрахань
dairova3110@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

Каждая экосистема определяется некоторой структурой, как архитектурой взаимосвязей составляющих ее элементов и поведением, так и динамикой структурно-функциональных характеристик (Краснощеков, Розенберг, 1999). Изучение параметров структуры и динамики экосистем представляет основную задачу современной экологии (Одум, 1986; Краснощеков, Розенберг, 1999; Алимов, 2000, 2006; Баканов, 2000; Розенберг, Рянский, 2005). Важную особенность экосистем составляет иерархичность их устройства, и связанное с ней понятие масштаба пространства и времени, в котором изучают ту или иную подсистему (Краснощеков, Розенберг,1999; Баканов, 2000).

Использование макрозообентоса как подсистемы биоценотического уровня в целях диагностики трофического статуса водоема основывается на достаточно хорошо изученных особенностях структуры и функционирования сообщества. Макрозообентос – неотъемлемая составляющая экосистемы моря, практическая значимость которого определяется потенциальной рыбопродуктивностью, неразрывно связанной с состоянием кормовой базы и доступностью ее для рыб-бентофагов.

Северный Каспий представляет собой уникальный полигон для исследований локальных и глобальных процессов динамики численности и биомассы донных сообществ, изучение которых в многолетнем аспекте дает возможность показать динамику трофических условий и прогнозирования состояния промысловых рыб Каспийского моря (Каспийское море…, 1986; Салманов, 1999; Громов, 2009; Малиновская, Зинченко, 2010; Катунин, 2014).

Изменения, происходящие в структуре донных ценозов Северного Каспия, обусловлены воздействием комплекса факторов, как абиотических, так и биотических. Из первой группы факторов, влияющих на качественные и количественные характеристики зообентоса, определяющее значение имеют: динамика объема половодья, уровенный режим моря, соленость и характер биотопов. Вторую группу факторов представляют собой взаимоотношения между гидробионтами всех трофических звеньев рассматриваемой экосистемы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В настоящей работе представлены материалы исследований зообентоса западной части Северного Каспия за 2010-2015 гг., послужившие основой для анализа межгодовой динамики таксономического состава, распределения донных беспозвоночных по исследуемой акватории и оценки ее продуктивности для некоторых видов бентосоядных рыб. Пробы макрозообентоса отбирали ковшовым дночерпателем типа «Океан-50» с площадью захвата 0,1 м². Содержимое дночерпателя промывали через капроновое сито из газа № 14 и фиксировали 4% раствором формальдегида. Камеральную обработку материала в лаборатории проводили по общепринятым гидробиологическим методикам (Методика…, 1975; Романова, 1983). Всего проанализировано 805 проб макрозообентоса.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Видовой состав, как известно, является важным показателем структурных и функциональных характеристик сообществ зообентоса, который используется с целью оценки состояния экосистемы. Следует отметить, что в Северном Каспии состав биотопов достаточно разнообразен – от песчаных, песчано-илистых, илисто-песчаных грунтов с примесью детрита, остатками отмершей высшей водной растительности в мелководной его части до ракушечника с различным наполнением в глубоководной части. В результате, неоднородность биотопов способствовала формированию высокого таксономического разнообразия донной фауны на исследуемой акватории. Структура макрозообентоса западной части Северного Каспия в разные годы исследований была представлена 60-75 таксономическими единицами, составив в целом 102 вида и таксона рангом выше вида, относящихся к 10 классам: Polychaeta, Oligochaeta, Nematoda, Hirudinea, Crustacea, Bivalvia, Gastropoda, Insecta, Hydrozoa, Bryozoa. На рисунке 1 первые четыре класса условно объединены в один тип «Vermes», в настоящее время потерявший свое классификационное значение, но не утративший обиходного зоологического смысла. Следует отметить, что бентофауна в 2015 г. по сравнению с предыдущими годами характеризовалась более разнообразным видовым составом. Основу видового состава определяли ракообразные, составляя в среднем за 2010-2015 гг. 65% от общего числа таксонов.

Донные сообщества в многолетнем ряду наблюдений претерпевали различные изменения, сопровождающиеся влиянием комплекса факторов, среди которых немаловажное значение имели объем весеннего половодья и соленость моря. Рассматривая изменение индексов видового разнообразия по численности и биомассе, а также водного стока в многолетнем аспекте, было выявлено, что синхронное изменение зарегистрировано для таких показателей, как водный сток и индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера (H_B) по биомассе. В отличие от 2010 г., с 2011 по 2015 гг. значения индекса видового разнообразия Шеннона-Уивера (H_N) по численности изменялись незначительно и находились в интервале 3,89-4,12 бит/экз.

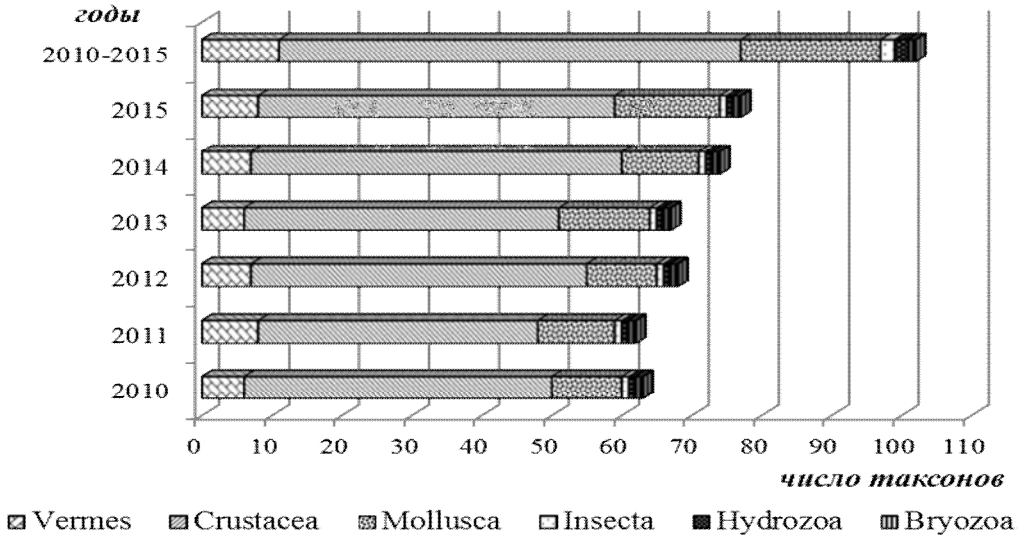


Рисунок 1 – **Видовое разнообразие макрозообентоса западной части Северного Каспия в 2010-2015 гг.**

В 2010 г. зарегистрировано наименьшее значение данного индекса – 2,96 бит/экз. (рис. 2). При сравнении значений обоих параметров (H_N и объема водного стока) взаимосвязи между ними выявлено не было. Таким образом, наиболее «чувствительным» оказался индекс видового разнообразия по биомассе (H_B). В последние годы (2014-2015 гг.) его значения снижались с уменьшением объема волжского стока, т.к. произошло угнетение представителей пресноводного и слабосолоноватоводного комплексов донной фауны.

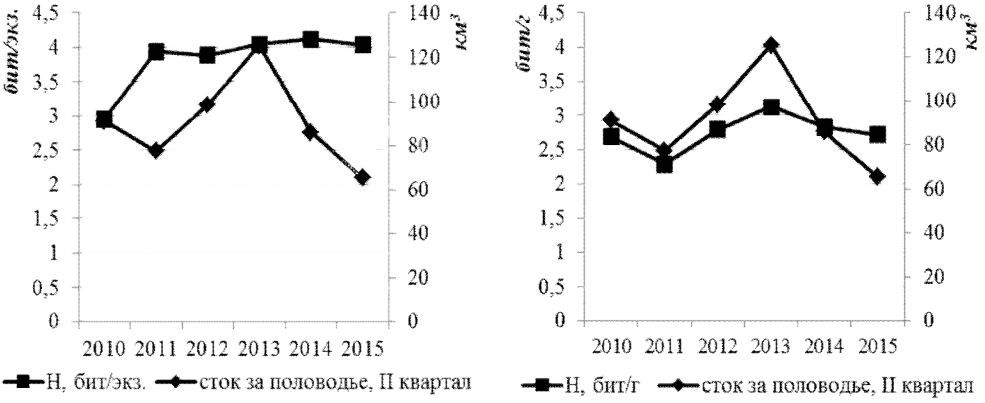


Рисунок 2 – **Многолетняя динамика индекса Шеннона-Уивера (H) по численности (бит/экз.) и биомассе (бит/г) в зависимости от водного стока, км^3**

Согласно данным, представленным на рисунке 3, с 2011 г. наблюдалось снижение численности донных организмов (существенные перестройки в видовом составе бентофауны произошли в группах многощетинковых червей, двустворчатых моллюсков и высших ракообразных). В последней паре лет (2014-2015 гг.), в связи со снижением объема водного стока, синхронно уменьшилась численность зообентоса исследуемой акватории.

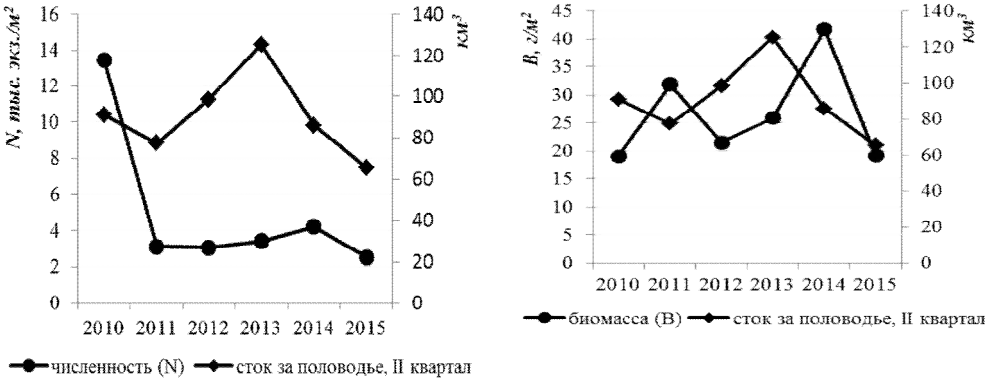


Рисунок 3 – **Многолетняя динамика численности (N, тыс. экз./м^2) и биомассы (B, г/м^2) в зависимости от объема водного стока, км^3**

Характер динамики общей биомассы зообентоса подвержен опресняющему влиянию речного стока, поэтому в многоводные годы биомасса имеет тенденцию к снижению, в отличие от лет с низкой водностью, т.к. в маловодные годы увеличивается биомасса представителей морского и солоноватоводного комплексов, преимущественно моллюсков, имеющих, как правило, высокий индивидуальный вес (рис. 3).

Анализ пространственного распределения донных беспозвоночных на исследуемой акватории показал, что наибольшее распространение получили малощетинковые (83-94%) и многощетинковые черви *Hediste diversocolor* (59-88%), а также амфиподы *Stenogammarus similis* (42-63%) и кумовые раки *Pterocuma pectinata* (45-90%). Широкое распространение по всей исследуемой акватории вышеперечисленных таксонов обусловлено их высокой толерантностью к различным типам биотопов, что позволяет их отнести к эврибионтным организмам.

Средние количественные показатели макрозообентоса с 2010 по 2015 гг. составили 4,97 тыс. экз./м^2 и 26,56 г/м^2 при межгодовых колебаниях численности от 2,53 тыс. экз./м^2 (2015 г.) до 13,49 тыс. экз./м^2 (2010 г.), биомассы – от 19,16 г/м^2 (2010 г.) до 41,73 г/м^2 (2014 г.). Характеризуя в сравнительном аспекте межгодовую динамику количественных показателей зообентоса, следует отметить, что формирование такого показателя, как численность, происходило преимущественно

за счет представителей «мягкого» бентоса (кольчатых червей, ракообразных, личинок и куколок хирономид) (рис. 4). Особенно высока была доля «мягкого» бентоса в 2010 г., 2012-2014 гг.

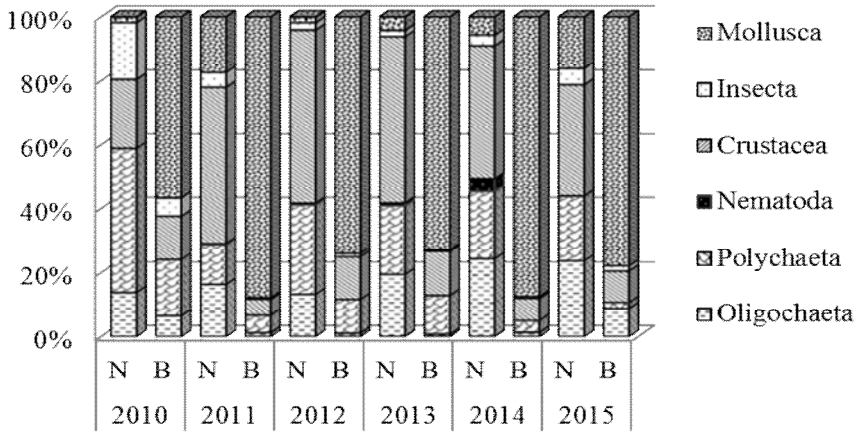


Рисунок 4 – **Соотношение основных групп донных беспозвоночных западной части Северного Каспия по численности** (*N*) **и биомассе** (*B*) **в 2010-2015 гг.** (представители классов Hydrozoa и Bryozoa не учитывались в виду их низкой численности и биомассы)

Структурообразующая роль при формировании общей биомассы в течение рассматриваемого периода исследований традиционно принадлежала представителям «жесткого» бентоса, преимущественно двустворчатым моллюскам, достигая в отдельные годы (2011, 2014 гг.) до 88% (рис. 4). Максимальное значение общей биомассы зарегистрировано в маловодном 2014 г. – 41,73 г/м^2 при биомассе моллюсков 36,46 г/м^2. Среди моллюсков в 2014 г. значительный вклад в создание общей биомассы внесли представители р. *Didacna* (58%), а также *Mytilaster lineatus* (20%) и *Cerastoderma lamarcki* (11%). Низкие значения суммарной биомассы наблюдались в маловодном 2010 г. (общая биомасса составила 19,16 г/м^2, биомасса моллюсков – 10,85 г/м^2) и в экстремально-маловодном 2015 г. (общая биомасса составила 19,17 г/м^2, биомасса моллюсков – 14,90 г/м^2). Как правило, в маловодные и экстремально-маловодные годы увеличение солености в зоне обитания солелюбивого комплекса способствует его развитию, в результате чего биомасса морских видов моллюсков и зообентоса в целом в эти годы возрастает по сравнению с другими периодами. Такая динамика положительно сказалась на кормовой базе осетра, которая в 2010-2011 гг. и 2014 г. достигала высоких величин на фоне остальных лет, т.к. в состав рациона осетра были включены более крупные кормовые объекты в отличие от рационов других видов рыб, представленных на рисунке 5. Для севрюги кормовая база была наилучшей в 2010 г., 2012-2013 гг., для воблы – в 2010 г., 2012-2014 гг., для леща – в 2010 г.

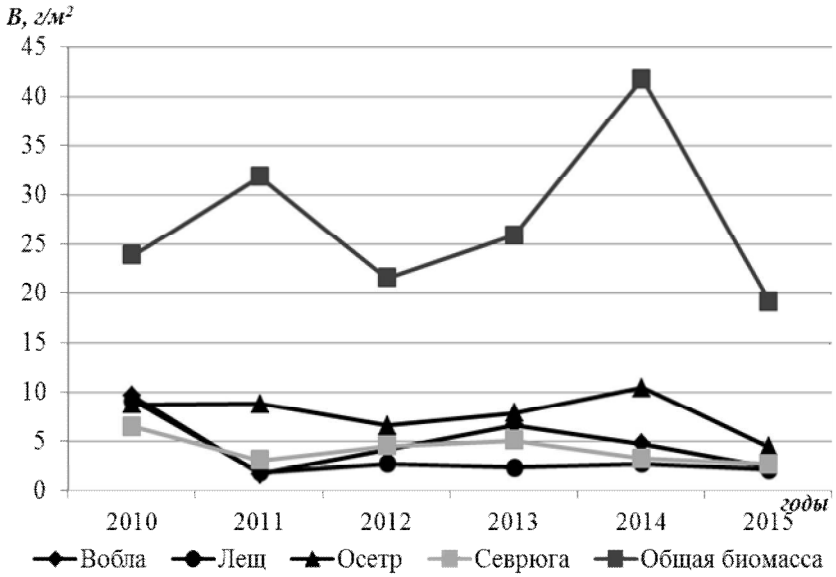


Рисунок 5 – **Многолетняя динамика кормовой и общей биомассы зообентоса (*B*, г/м^2) для бентосоядных рыб западной части Северного Каспия**

ВЫВОДЫ

По результатам многолетних исследований западной части Северного Каспия в период с 2010 по 2015 гг. выявлено, что в видовой структуре макрозообентоса было обнаружено в целом 102 таксона донных беспозвоночных, среди которых основу видовой структуры составляли представители автохтонного и средиземноморско-атлантического комплексов. Ядро донного ценоза по видовому составу и численности формировали высшие ракообразные, черви и хирономиды, основу биомассы создавали преимущественно двустворчатые моллюски. При сравнении таких параметров, как индекс Шеннона-Уивера (*H*) по численности и биомассе, а также значения общей численности и биомассы зообентоса в зависимости от водного стока в многолетнем аспекте, наиболее «чувствительным» оказался индекс видового разнообразия по биомассе. Средние количественные показатели макрозообентоса за рассматриваемый период исследований (2010-2015 гг.) составили 4,97 тыс. экз./м^2 и 26,56 г/м^2 при межгодовых колебаниях численности от 2,53 тыс. экз./м^2 (2015 г.) до 13,49 тыс. экз./м^2 (2010 г.), биомассы – от 19,16 г/м^2 (2010 г.) до 41,73 г/м^2 (2014 г.). Для осетра кормовая база была наилучшей в 2010-2011 гг. и 2014 гг., для севрюги – в 2010 г., 2012-2013 гг., для воблы – в 2010 г., 2012-2014 гг., для леща – в 2010 г.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Автор благодарен сотрудникам лаборатории Гидробиологии ФГБНУ «КаспНИРХ», принимавшим участие в сборе и камеральной обработке материала.

Литература

Алимов А.Ф. Биологическое разнообразие и экологические системы // Экология и образование. № 1-2. 2006. С. 2-6.

Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб: Наука, 2000. 147 с.

Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов // Биология внутренних вод. 2000. № 1. С. 68-83.

Громов В.В. Водная и прибрежно-водная растительность авандельты р. Волги и Северного Каспия // Journal of Siberian Federal University. Biology 3. 2009. С. 286-298.

Каспийское море: Гидрология и гидрохимия / Под ред. С.С. Байдина, А.Н. Косарева. М.: Наука, 1986. 261 с.

Катунин Д.Н. Гидроэкологические основы формирования экосистемных процессов в Каспийском море и дельте реки Волги. Астрахань: КаспНИРХ, 2014. 478 с.

Краснощеков Г.П., Розенберг Г.С. Естественно-исторические аспекты формирования территории Волжского бассейна // Известия Самарского научного центра РАН. 1999. № 1. С. 108-117.

Малиновская Л.В., Зинченко Т.Д. Многолетняя динамика сообществ макрозообентоса Северного Каспия // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Т. 12. № 1. С. 179-184.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.

Одум Ю. Экология: В 2-х т: Пер. с англ. М.: Мир, 1986. Т. 1. 328 с.

Розенберг Г.С., Рянский Ф.Н. Теоретическая и прикладная экология. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. пед. ин-та, 2005. 292 с.

Романова Н.Н. Методические указания к изучению бентоса южных морей СССР. М., 1983. 14 с.

Салманов М.А. Экология и биологическая продуктивность Каспийского моря. Баку: Изд-во «Исмаил», 1999. 400 с.

ABSTRACT: The article presents the results of six-years researches of the bottom fauna of the Western part of the Northern Caspian sea in summer period. The work shows a taxonomical complex, the dynamics of quantitative indicators of macro-zoobenthos and its assessment as the object of the nutrition of benthic fishes (sturgeon, stellate sturgeon, roach and bream).

ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАКРОЗООБЕНТОСА СРЕДНЕГО КАСПИЯ В ИЮНЕ 2010-2015 ГГ.

Д.С. Даирова, Л.А. Кочнева
Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Астрахань
dairova3110@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

Структура макрозообентоса, как Среднего, так и Южного Каспия достаточно своеобразна. В отличие от всех других областей Мирового океана и даже многих пресноводных водоемов, здесь нет вертикальных зон в распределении донных организмов. Наибольшего развития зообентос достигает на глубинах 25-50 м, где его основную часть, до 70-90%, формируют вселенцы, глубже 50 м происходит уменьшение биомассы вследствие резкого снижения численности вселенцев, а также аборигенных двустворчатых моллюсков, однако на глубине 100 м еще достаточно велика роль донных организмов арктического происхождения, предпочитающих низкие температуры. В Каспии нет специфической глубоководной фауны, населяющей континентальный склон, и, как следствие, – сосредоточение практически всей биомассы бентоса происходит в пределах шельфа (Жирков, 2010; Карпинский, 2010). Таким образом, бентос Каспия обитает преимущественно на глубинах менее 50-100 м, и в основной своей массе «не спускается» глубже, т.е. это – типично верхнесублиторальный бентос, что довольно обычно, по крайней мере в бореальных водах Атлантики и Дальнего Востока, где на этих глубинах также проходят границы между верхне- и нижнесублиторальными биогеографическими регионами, на которых кардинально меняется видовой состав (Жирков, 2010). Своеобразие и уникальность каспийской донной фауны выражается также и в ее высокой эндемичности. Виды, встречающиеся только в Каспии или Понто-Каспии, есть во всех группах, как таксономических, так и экологических, но наибольшее их количество и разнообразие наблюдаются в фауне Среднего и Южного Каспия (Карпинский, 2002).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для выполнения настоящей работы были использованы данные съемок за 2010-2015 гг., выполненных сотрудниками ФГБНУ «КаспНИРХ» на разрезе г. Дербент – м. Песчаный, расположенного на акватории Среднего Каспия. Исследования, охватившие область глубин до 100 м, проводились по стандартной сетке станций разреза. Образцы проб макрозообентоса отбирали ковшовым дночерпателем типа «Океан-50» с площадью захвата 0,1 м^2. Содержимое дночерпателя промывали через капроновое сито из газа № 14 и фиксировали 4%

раствором формальдегида. Камеральную обработку собранного материала проводили в лаборатории Гидробиологии ФГБНУ «КаспНИРХ» согласно общепринятым гидробиологическим методикам (Методика…, 1975; Романова, 1983).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что одним из структурных показателей сообществ является количество видов. Количество видов может рассматриваться как показатель разнообразия и структурной сложности экологических систем. Видовое разнообразие сообществ животных тем больше, чем обширнее диапазон доступных ресурсов. Количество видов связано с шириной ниш отдельных видов и степенью перекрывания ниш. Вместе с тем диапазон доступных ресурсов может быть использован большим числом видов в том случае, если виды более специализированы в отношении своих потребностей. Когда часть ресурсов не используется, видов в сообществе меньше (Алимов, 2003; 2010). По результатам наших исследований видовой состав макрозообентоса Среднего Каспия на разрезе г. Дербент – м. Песчаный в многолетнем ряду наблюдений (2010-2015 гг.) варьировал в пределах 26-35 таксономических единиц, относящихся к 5 классам: Polychaeta, Oligochaeta, Nematoda, Crustacea, Bivalvia, Insecta. На рисунке 1 первые три класса условно объединены в один тип «Vermes», в настоящее время потерявший свое классификационное значение, но не утративший обиходного зоологического смысла. Наибольшее таксономическое разнообразие наблюдалось среди высших ракообразных (18-24 таксона). Видовой состав данной группы беспозвоночных, как в целом по разрезу, так и на отдельных станциях, был наиболее богат по сравнению с другими группами, что связано с их активным передвижением и широкой биотопической пластичностью многих видов и форм класса Crustacea. В группе двустворчатых моллюсков было зафиксировано от 4 до 8 таксонов. Вклад кольчатых и круглых червей, а также водных фаз амфибиотических насекомых в формирование видовой структуры зообентоса был незначительным. Максимальная длина видового списка бентоса (35 таксонов) наблюдалась в начале рассматриваемого периода – 2010 г., минимальная (26 таксонов) – в 2013 и 2014 гг. Прослеживается динамика снижения качественного состава в группе высших ракообразных (с 2011 г.) и моллюсков (с 2012 г.) (рис. 1). В целом, за 2010-2015 гг. в составе бентофауны было обнаружено 55 видов и форм донных организмов.

Сложность структуры сообществ может быть оценена различными способами, в том числе индексами видового разнообразия, среди которых наибольшее распространение получил информационный индекс Шеннона–Уивера, в котором информация (энтропия, или неопределенность) рассматривается как мера разнообразия (Шитиков и др., 2003). Индекс видового разнообразия Шеннона–Уивера по численности $H_{(N)}$ в течение рассматриваемого периода колебался в пределах от 2,4 (2013 г.) до 3,2 бит/экз. (2011, 2014 гг.), составляя в среднем за анализируемый период 3,6 бит/экз. (рис. 1).

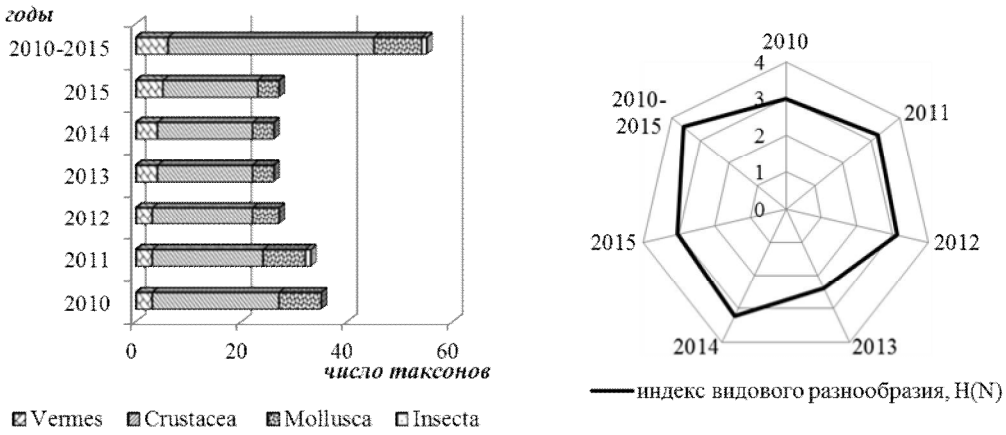


Рисунок 1 – **Видовое разнообразие макрозообентоса в Среднем Каспии на разрезе г. Дербент – м. Песчаный в 2010-2015 гг.**

По отношению к солености донные беспозвоночные были выделены в 4 экологических комплекса (рис. 2). В период исследований (2010-2015 гг.) качественный состав зообентоса был представлен всеми экологическими комплексами с доминированием организмов морского комплекса – от 54 до 67%. Субдоминирующее положение занимали виды солоноватоводного (14-23%) и слабосолоноватоводного (4-20%) происхождения. Пресноводный комплекс, как правило, не богат видами. Роль большинства видов пресноводного комплекса в структуре макрозообентоса была несущественной, несмотря на то, что они встречаются как в опресненных предустьевых участках рр. Самур и Рубас (недалеко от г. Дербента), так и в открытом Каспии на больших глубинах, поэтому на разрезе г. Дербент – м. Песчаный виды пресноводного генезиса характеризовались наименьшей представленностью и составляли от 3 до 8%.

Сравнительный анализ пространственного распределения донных организмов на исследуемом участке акватории выявил, что на протяжении всего периода исследований наибольшее распространение получили представители «мягкого» бентоса с преобладанием видов автохтонного комплекса. Так, частота встречаемости малощетинковых червей составила в среднем 89%. Высокая частота встречаемости зарегистрирована у корофиид *Corophium chelicorne* (79%), *C. mucronatum* (71%), *C. nobile* (61%), бокоплавов *Dikerogammarus haemobaphes* (68%), *Chaetogammarus pauxillus* (68%), *Amathillina cristata* (54%). Из арктического комплекса массовое развитие наблюдалось у бокоплавов *Pontoporeia affinis microphtalma* (46%) и полихет *Manayunkia caspica* (39%). Среди видов средиземноморско-атлантического комплекса частота встречаемости более 50% зафиксирована только у полихет *Hediste diversicolor*.

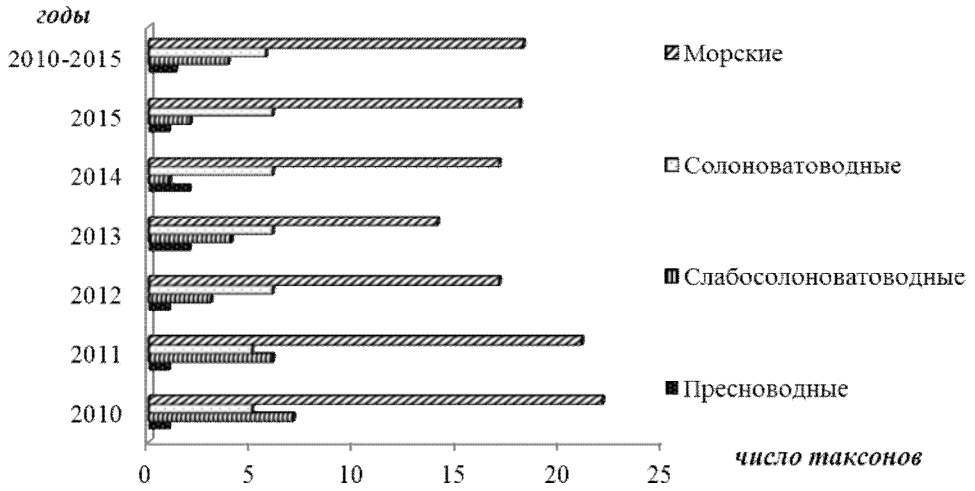


Рисунок 2 – **Межгодовая динамика распределения донных беспозвоночных по отношению к солености на разрезе г. Дербент – м. Песчаный**

Среди представителей «жесткого» бентоса широкое распространение получили азово-черноморские вселенцы-обрастатели – усоногие раки *Balanus improvisus* (68%), образовывая на биотопах исследуемого разреза обширные колонии. Кроме того, в начале рассматриваемого периода (2010-2011 гг.) высокая частота встречаемости (до 40%) наблюдалась у двустворчатых моллюсков автохтонного комплекса – *Dreissena rostriformis, Didacna protracta*, а также у азово-черноморского вселенца *Mytilaster lineatus*, в последующие годы подобная тенденция не прослеживалась.

Произошедшие изменения в видовой и пространственной структуре зообентоса в течение ряда лет отразились и на динамике количественных показателей. Приведенные данные на рисунках 3, 4 показывают насколько велико межгодовое различие в общей, кормовой численности и биомассе донных организмов и, соответственно, в соотношении отдельных видов и групп зообентоса. Флуктуирующий характер количественных показателей обусловлен воздействием как абиотических, так и биотических факторов, среди которых приоритетное значение имеют гидрологические параметры (водный сток, соленость, уровенный режим моря), а также трофические взаимоотношения между донными беспозвоночными и степенью выедания их бентосоядными рыбами. Так, средние количественные показатели макрозообентоса за период исследования 2010-2015 гг. составили 4,17 тыс. экз./м^2 и 100,61 г/м^2 при межгодовых колебаниях численности от 1,77 (2012 г.) до 6,59 тыс. экз./м^2 (2011 г.), биомассы – от 20,85 (2015 г.)

до 234,38 г/м^2 (2010 г.) (рис. 3). Сравнительный анализ общих и «кормовых» структурных показателей донной фауны показал, что значительной разницы между показателями общей численности и численности «кормовых» организмов не наблюдалось, чего нельзя сказать о показателях биомассы. Основу биомассы в эти годы создавали консорции, образованные видами, являющимися малодоступными для бентосоядных рыб, такими как, усоногие раки *Balanus improvisus* и многочисленные друзы двустворчатых моллюсков *Mytilaster lineatus*, *Dreissena rostriformis*, а также представители крупноразмерных видов р. *Didacna*. Величина «кормового» бентоса в среднем за 2010-2015 гг. составила 3,73 тыс. экз./м^2 и 20,35 г/м^2.

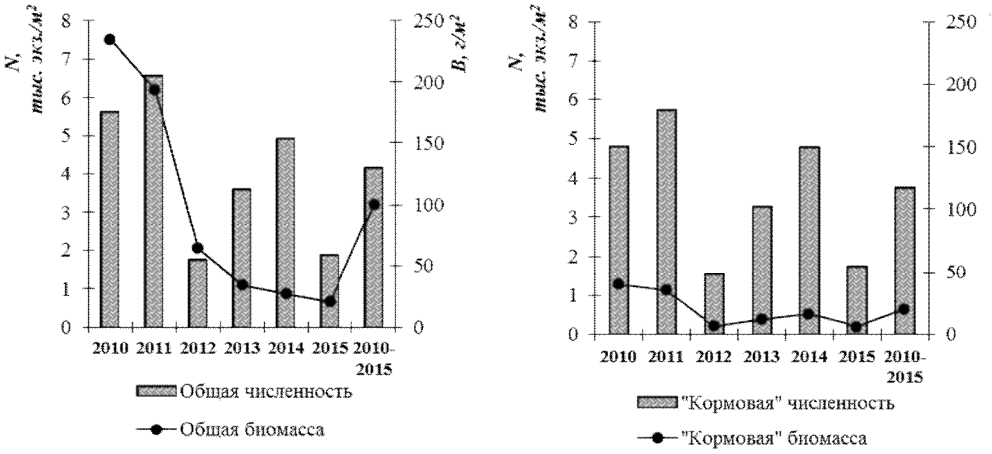


Рисунок 3 - **Количественные показатели (численность – *N*, биомасса – *B*) развития макрозообентоса в Среднем Каспии на разрезе г. Дербент – м. Песчаный в 2010-2015 гг.**

Из донных организмов, слагавших основу численности, значительная доля принадлежала преимущественно организмам «мягкого» бентоса – высшим ракообразным (без учета усоногих рачков Cirripedia), составивших в среднем (2010-2015 гг.) 62%, и кольчатым червям – 23% (рис. 4). Изменение их плотности в составе донного населения в многолетнем аспекте отразилось на показателях общей численности зообентоса. Так, в 2012 и 2015 гг. произошло снижение численности донных беспозвоночных относительно предыдущих лет (2011 и 2014 гг. соответственно). Существенно уменьшилась доля представителей класса Crustacea: в 2,9 раза – в 2012 г. и в 2,1 раза – в 2015 г. При этом значительные структурные перестройки произошли среди двух семейств группы ракообразных – Gammaridae и Corophiidae. Изменения коснулись также группы червей, их доля в рассматриваемые периоды (2011-2012 гг., 2014-2015 гг.) снизилась в 7,9 и 4,5 раза соответственно.

Многолетнюю динамику биомассы зообентоса исследуемой акватории определяли организмы «жесткого» бентоса (рис. 4, 5), среди которых весомый вклад

внесли двустворчатые моллюски (в среднем 69%) и усоногие раки-обрастатели (20%). С 2012 г. наблюдается тренд на снижение биомасс данных таксономических групп и их представителей (главным образом, *Mytilaster lineatus, Dreissena rostriformis, Didacna protracta, D. barbotdemarnyi, Balanus improvisus*). Из состава «жесткого» бентоса с 2012 г. «выпали» двустворчатые моллюски *Didacna piramidata.*

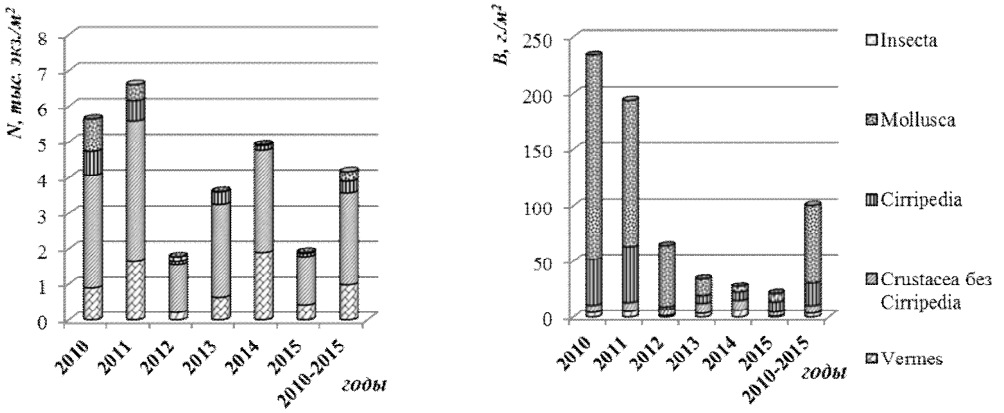


Рисунок 4 – **Соотношение основных групп макрозообентоса в Среднем Каспии на разрезе г. Дербент – м. Песчаный в 2010-2015 гг. по численности (*N*) и биомассе (*B*)**

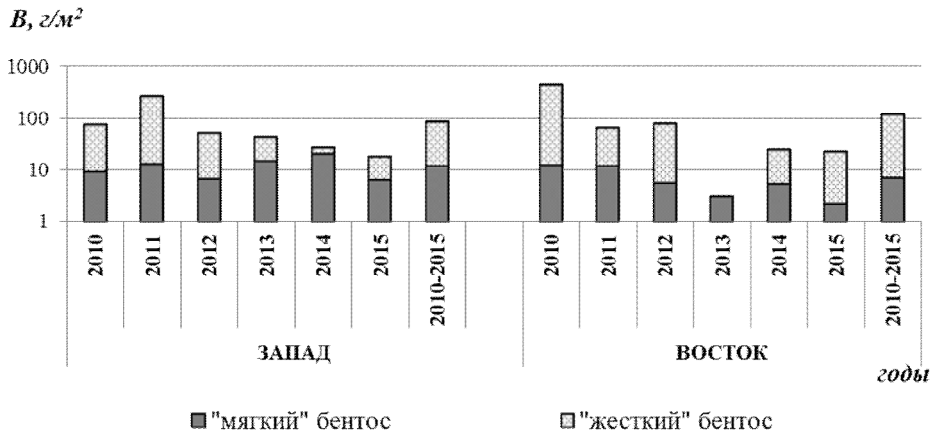


Рисунок 5 – **Соотношение групп «мягкого» и «жесткого» бентоса в Среднем Каспии на разрезе г. Дербент – м. Песчаный в 2010-2015 гг. по биомассе – *B***
(ось Y построена по логарифмической шкале)

В среднемноголетнем аспекте (2010-2015 гг.) наиболее продуктивной являлась восточная часть разреза – 121,13 г/м^2, в отличие от западной части –

87,33 г/м^2 (рис. 5), вследствие массового развития представителей «жесткого» бентоса, преимущественно двустворчатых моллюсков (*Mytilaster lineatus, Didacna protracta, D. parallella, Dreissena rostriformis*), из «мягкого» бентоса преобладала группа высших ракообразных (*Dikerogammarus haemobaphes, Amathillina cristata, Corophium chelicorne, C. nobile*) и кольчатых червей (главным образом, *Hediste diversicolor*).

ВЫВОДЫ

Анализ видовой структуры донной фауны Среднего Каспия на разрезе г. Дербент – м. Песчаный в многолетнем ряду наблюдений (2010-2015 гг.) выявил, что состав бентоса варьировал в пределах 26-35 таксономических единиц. В целом, за весь период наблюдений зарегистрировано 55 видов и таксонов рангом выше вида. Структурообразующая роль в формировании видовой структуры принадлежала высшим ракообразным и двустворчатым моллюскам, представленным преимущественно видами морского и солоноватоводного комплексов. Среднемноголетние значения общей численности и биомассы макрозообентоса составили 4,17 тыс. экз./м^2 и 100,61 г/м^2 соответственно. Основу численности донного населения формировали преимущественно организмы «мягкого» бентоса – высшие ракообразные (без учета усоногих рачков Cirripedia) и кольчатые черви; основу биомассы создавали организмы «жесткого» бентоса, среди которых определяющее значение имели двустворчатые моллюски и усоногие раки. Величина «кормового» бентоса в среднем составила 3,73 тыс. экз./м^2 и 20,35 г/м^2. В целом, таксономическая структура и уровень развития макрозообентоса свидетельствовали о благоприятных условиях для обитания донных беспозвоночных на акватории разреза г. Дербент – м. Песчаный в рассматриваемый период исследований.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы благодарны сотрудникам лаборатории Гидробиологии ФГБНУ «КаспНИРХ», принимавшим участие в сборе и камеральной обработке материала.

Литература

Алимов А.Ф. Биологическое разнообразие и структура сообществ организмов // Биология внутренних вод. 2010. № 3. С. 3-10.

Алимов А.Ф. Территориальность у водных животных и их размеры // Известия АН. Сер. Биологическая. 2003. № 1. С. 93-100.

Жирков И.А. Жизнь на дне. Биоэкология и биогеография бентоса. М.: КМК, 2010. 452 с.

Карпинский М.Г. Еще раз к вопросу о глубоководной фауне Каспия // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. Т. 3. Вып. 3. 2010. С. 322-334.

Карпинский М.Г. Экология бентоса Среднего и Южного Каспия. М.: Изд. ВНИРО, 2002. 283 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.

Романова Н.Н. Методические указания к изучению бентоса южных морей СССР. М., 1983. 14 с.

ABSTRACT. The work presents the features of a species composition and quantitative development of macro-zoobenthos of the Northern Caspian Sea at the section of the Derbent – Peschanyj in summer period 2010-2015. The structure-forming role in the forming of the species structure was belong to the highest crustaceans and bivalve mollusks. The base of the number of the bottom population was formed by organisms of the "soft" benthos – the highest crustaceans (excluding Cirripedia barnacles crustaceans) and segmented worms; the base of the biomass was created by organisms of "hard" benthos, among of which bivalve mollusks and Cirripedia barnacles crustaceans have a determinative significance.

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ КЕНОЗЕРСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА

Г.А. Дворянкин
Северный филиал ФГБНУ «ПИНРО», Архангельск, dga@pinro.ru

Кенозерский национальный парк (КНП) был создан в декабре 1991 г. на юго-западе Архангельской области. Этот район является уникальным по своему местоположению и природным характеристикам. Именно здесь проходит водораздел между бассейнами Северного Ледовитого и Атлантического океанов. Его обширная озерно-речная система по эстетическому и рекреационному потенциалу имеет немного аналогов в центральной части России. На территории парка расположено около трехсот озер общей площадью более 20 тыс. га, что составляет почти 14,5% его земельного баланса. Внутренние водоемы национального парка играют важную роль в жизни проживающего на его территории населения.

В соответствии с Федеральным законом «Об особо охраняемых природных территориях» (ст.15, п.2) промышленное рыболовство на водоемах национальных парков запрещено. Однако п. 3 ст. 15 этого же закона, в местах проживания коренного населения допускает выделение специальных участков для ведения традиционной хозяйственной деятельности, в том числе и лова рыбы. В связи с этим рыболовство на озерах следует рассматривать как важнейший элемент культурно-исторической среды Кенозерского национального парка и экономического благополучия местных жителей. В то же время, одной из основных задач национального парка является сохранение уникального наследия природы, в т.ч. биоразнообразия рыб на генетическом, видовом и экосистемном уровнях.

Таким образом, в течение длительного времени существовала проблема сохранения биоразнообразия рыб КНП, с одной стороны, и рационального использования его водных биоресурсов – с другой. Для решения этой задачи Северным филиалом ПИНРО (СевПИНРО) в 2004-2010 гг. были проведены комплексные рыбохозяйственные исследования основных водоемов Кенозерского национального парка. Одной из основных целей этих исследований являлась инвентаризация водных биоресурсов парка.

Непосредственные полевые исследования проводились на 11 озерах КНП. Критериями для выбора конкретных водоемов являлись их биоразнообразие, наличие в озерах ценных (сиговых), неизученных и малоизученных видов рыб, а также использование водоема в рыбохозяйственных целях (наличие там развитого любительского и спортивного рыболовства). Наиболее детально изучены самые крупные озера национального парка: Кенозеро, Лекшмозеро, Масельгское и Наглимозеро.

Перечень задач инвентаризации включал:

- составление полного списка видов рыб, обитающих в водоемах КНП;
- определение категории видов – массовые, редкие, ценные, промысловые виды, чужеродные, виды-индикаторы экологического состояния водоемов, занесенные в Красную книгу РФ и региональные Красные книги;
- изучение экологических особенностей рыб национального парка: их классификация по экологическим группам, характеру питания и размножения, фаунистическим комплексам;
- инвентаризация ихтиофауны отдельных озер КНП, оценка их биоразнообразия;
- изучение и оценка биологического состояния популяций видов рыб в основных водоемах парка: размерно-возрастные характеристики, темп роста, возрастная и половая структура популяций, репродуктивные характеристики – возраст массового созревания, структура нерестовой части популяции, сроки и места нереста, плодовитость;
- морфологические и генетические исследования видов с высокой степенью морфологической и экологической изменчивости (сиг, ряпушка);
- изучение внутривидовой структуры промысловых видов рыб парка, выявление и изучение морфо-экологических форм отдельных видов;
- определение численности промысловых видов рыб КНП и величины их запасов;
- изучение динамики численности промысловых видов рыб, в т.ч. связанной с влиянием антропогенных факторов.

Результаты инвентаризации показали, что водоемы Кенозерского национального парка в настоящее время являются местом обитания двух видов миног и 28 видов рыб, которые относятся к 12 семействам и 8 отрядам:

Класс Круглоротые (*Cyclostomata)*

Отряд Миногообразные (*Petromyzoniformes*)

Семейство Миноговые (*Petromyzontydae*)

Тихоокеанская (японская) минога (*Lethenteron japonicum* Martens, 1868)

Сибирская минога (*Lethenteron kessleri* Anikin, 1905)

Класс Костные рыбы (*Osteichthyes*)

Отряд Лососеобразные (*Salmoniformes*)

Семейство Лососевые (*Salmonidae*)

Атлантический лосось, семга (*Salmo salar* Linnaeus, 1758)

Кумжа (*Salmo trutta* Linnaeus, 1758)

Семейство Сиговые (*Coregonidae*)

Обыкновенный сиг (*Coregonus lavaretus* Linnaeus, 1758)

Нельма (*Stenodus leucichthys nelma* Pallas, 1776)

Европейская ряпушка (Coregonus *albula* Linnaeus, 1758)

Семейство Хариусовые (*Thymallidae*)
Европейский хариус (*Thymallus thymallus* Linnaeus, 1758)

Семейство Корюшковые (*Osmeridae*)
Европейская корюшка, снеток (*Osmerus eperlanus*, Linnaeus, 1758)

Отряд Щуковые (*Esociformes*)

Семейство Щуковые (*Esocidae*)
Обыкновенная щука (Esox lucius Linnaeus, 1758)

Отряд Карпообразные (*Cypriniformes*)

Семейство Карповые (*Cyprinidae*)
Лещ (*Abramis brama* Linnaeus, 1758)
Уклейка (*Alburnus alburnus* Linnaeus, 1758)
Густера *(Blicca bjorcna* Linnaeus, 1758)
Золотой или обыкновенный карась (*Carassius carassius* Linnaeus, 1758)
Пескарь (*Gobio gobio* Linnaeus, 1758)
Верховка *(Leucaspicus delineatus* Heckel, 1836)
Язь (*Leuciscus idus* Linnaeus, 1758)
Елец (*Leuciscus leuciscus* Linnaeus, 1758)
Обыкновенный гольян (*Phoxinus phoxinus* Linnaeus, 1758)
Озерный гольян (*Phoxinus perenurus* Pallas, 1776)
Плотва (*Rutilus rutilus* Linnaeus, 1758)
Красноперка (*Scardinius erythrophthalmus* Linnaeus, 1758)
Синец (*Abramis ballerus* Linnaeus, 1758)

Семейство Балиториевые (*Balitoridae*)
Усатый голец (*Barbatula barbatula* Linnaeus, 1758)

Отряд Трескообразные (*Gadiformes*)

Семейство Налимовые (*Lotidae*)
Налим (*Lota lota* Linnaeus, 1758)

Отряд Окунеобразные (*Perciformes*)

Семейство Окуневые (*Percidae*)
Обыкновенный судак (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758)
Речной окунь (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758)
Обыкновенный ерш (*Gimnocephalus cernuus* Linnaeus, 1758)

Отряд Колюшкообразные (*Gasterosteiformes*)

Семейство Колюшковые (*Gasterosteidae*)
Трехиглая колюшка (*Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758)

Отряд Скорпенообразные (*Scorpaeniformes*)

Семейство Рогатковые (*Cottidae*)
Обыкновенный подкаменщик (*Cottus gobio* Linnaeus, 1758)

Наибольшим разнообразием видов в водоемах Кенозерского национального парка представлено семейство карповых рыб – 13 видов (43,5% от общего количества видов). По три вида (10%) включают в себя семейства сиговых и окуневых; по два вида (6,7%) – семейства миноговых и лососевых. Одним видом (3,3%) представлены семейства хариусовых, корюшковых, щуковых, налимовых, колюшковых, балиториевых, рогатковых.

Для оценки видового разнообразия двух самых больших водоемов национального парка озер Лекшмозеро и Кенозеро (занимающих 64% от общей площади всех озер парка) был использован индекс Шеннона: $HB = -\ (bi/B)\log2(bi/B)$. Расчеты показали, что индекс Шеннона для оз. Лекшмозеро составил 1,5, а для оз. Кенозеро – 2,9. Это свидетельствует о более разнообразных экологических условиях обитания рыб в оз. Кенозеро и, следовательно, большей возможности для качественного развития его ихтиофауны.

В зоогеографическом отношении ихтиофауна КНП достаточна гетерогенна. Критериями для отнесения вида к тому или иному фаунистическому комплексу послужили генезис фауны, характер ареала вида и его экологическая характеристика (Никольский, 1974, 1980; Решетников, 1981). Полученные данные позволили выделить в современной ихтиофауне Кенозерского национального парка представителей пяти пресноводных фаунистических комплексов: арктического пресноводного – 7 видов, бореального равнинного – 8 видов, бореального предгорного – 7 видов, понто-каспийского пресноводного – 7 видов и древнего верхнетретичного – 1 вид (таблица 1).

Существуют общепринятые классификации, подразделяющие животных по отношению к окружающим условиям и местообитанию на экологические или биологические группы. Рыб чаще всего классифицируют по отношению к солености и месту обитания на следующие экологические группы: морские, пресноводные, проходные и солоноватоводные (Никольский, 1974, 1980).

В исследованных нами водоемах Кенозерского национального парка присутствуют две экологические группировки рыб – пресноводные и проходные. К проходным рыбам относятся семга, кумжа и японская минога (10% видового состава рыб КНП). Это генеративно-пресноводные виды, которые нагуливаются в море, а для размножения совершают миграции в пресные воды. Подавляющая часть ихтиофауны парка представлена пресноводными рыбами. В свою очередь их можно разделить на три экологические формы: реофильную (речную), лимнофильную (озерную) и лимно-реофильную (смешанного обитания). В группу реофилов входит 7 видов (23,3% общей численности видов рыб КНП). Озерная группа представлена 6 видами (20%). Самой многочисленной является лимно-реофильная группа – 14 видов (46,7%) (таблица 2).

Таблица 1 – **Фаунистические комплексы рыб Кенозерского национального парка**

Принадлежность видов рыб к различным фаунистическим комплексам					
	арктический пресноводный	бореальный равнинный	бореальный предгорный	понто-каспийский пресноводный	древний верхнетретичный
	Японская минога	Обыкновенная щука	Атлантический лосось	Лещ	Обыкновенный судак
	Сибирская минога	Пескарь	Кумжа	Синец	
	Европейская ряпушка	Язь	Усатый голец	Уклейка	
	Европейская корюшка	Елец	Обыкновенный подкаменщик	Красноперка	
	Обыкновенный сиг	Золотой карась	Европейский хариус	Колюшка трехиглая	
	Налим	Обыкновенный ерш	Озерный гольян	Густера	
	Налим	Речной окунь	Обыкновенный гольян	Верховка	
		Плотва			
n	7	7	8	7	1
%	23,3	26,7	23,3	23,3	3,4

Таблица 2 – **Экологические группы рыб Кенозерского национального парка**

Виды рыб по экологическим группам			
пресноводные			**проходные**
речные	**озерные**	**смешанного обитания**	
Сибирская минога	Европейская ряпушка	Обыкновенный подкаменщик	Японская минога
Нельма	Обыкновенный сиг	Лещ	Атлантический лосось
Хариус	Корюшка	Уклейка	Кумжа
Елец	Озерный гольян	Густера	
Обыкновенный гольян	Красноперка	Верховка	
Пескарь	Колюшка	Язь	
Усатый голец		Плотва	
		Обыкновенная щука	
		Золотой карась	
		Налим	
		Обыкновенный ерш	
		Речной окунь	
		Судак	
		Синец	

По способу добывания пищи все рыбы, обитающие в водоемах Кенозерского национального парка, могут быть отнесены к планктофагам, бентофагам, хищникам и эврифагам. Следует отметить отсутствие чисто растительноядных рыб и детритофагов, хотя растительные остатки и детрит встречаются в пищеварительных трактах многих рыб. Единственным облигатным планктофагом среди рыб КНП является ряпушка. Шестью видами представлены бентофаги (20,0% видового состава) – сиг, лещ, густера, ерш, пескарь, обыкновенный подкаменщик. Хищниками являются 8 видов (26,7%) – миноги, семга, кумжа, нельма, щука, налим, судак. Доминируют эврифаги, к которым относятся 15 оставшихся видов (50%) Следует иметь в виду, что подразделение рыб на указанные группы весьма условно. В реальных природных условиях рыбы питаются тем видом корма, который наиболее доступен и его количество достаточно для покрытия энергетических затрат на поиск и потребление.

Практически все рыбы Кенозерского национального парка используют при размножении нерестовый субстрат водоемов. Около половины из них откладывают икру на каменисто-галечные (26,7% от видового состава) и песчаные (20,0%) грунты. К первой группе (литофилы) относятся сиговые рыбы (ряпушка, сиг, нельма), хариус, обыкновенный гольян, усатый голец, ерш и подкаменщик. Вторая группа (псаммофилы) представлена миногами, корюшкой, налимом и некоторыми видами карповых рыб – ельцом и пескарем. 40,0% всех видов рыб КНП откладывают клейкую икру на растительный субстрат. Это в основном весенне-нерестующие карповые виды рыб (лещ, синец, густера, уклейка, верховка, язь, озерный гольян, плотва, золотой карась и красноперка) а также щука и окунь. Семга, кумжа, колюшка и судак строят гнезда (13,3%).

В ходе изучения озер Кенозерского национального парка было установлено, что за последние тридцать лет в структуре рыбного населения основных водоемов КНП – Кенозеро и Лекшмозеро, произошли серьезные изменения, вызванные как природными, так и антропогенными факторами. Так, значительно снизилась численность одной из наиболее ценных рыб – сига. Добыча этого вида в озерах Лекшмозеро и Кенозеро достигала ранее нескольких тонн, в настоящее время он встречается в орудиях лова единичными экземплярами. В тоже время в оз. Лекшмозеро в 1980-х годах появился новый вид – лещ, который в настоящее время стал массовой рыбой.

По сравнению с последней инвентаризацией ихтиофауны национального парка, проведенной в 2000 г., список рыб пополнился тремя новыми видами – синцом, судаком и красноперкой. Так, синец до 2000 г. в статистике уловов отмечен не был и в список ихтиофауны КНП не входил. В 2001 г. он единично встречался в орудиях лова комплексной научной экспедиции Карельского НЦ РАН (Новоселов, 2005). Однако во время ихтиологических исследований в 2006-2010 гг. синец облавливался уже в массовом количестве. Судак появился в водоемах парка (р. Кена и оз. Кенозеро) в ходе его миграции по р. Онега из оз. Лача.

Впервые были получены данные о существовании в двух водоемах национального парка озерах Кенозеро и Почозеро (бассейн р. Онега) такого южного вида, как красноперка. До последнего времени считалось, что обитавшие в бассейне Белого моря рыбы тепловодного комплекса (в т.ч. и красноперка) вымерли в послеледниковый период (Цепкин, 1999). Однако полученная информация свидетельствует о том, что местная популяция красноперки является представителем аборигенной ихтиофауны, который пережил глобальное похолодание, и сохранился в водоемах-рефугиях национального парка. Эти данные отодвигают границу естественного ареала красноперки далеко на север.

Также впервые получены репрезентативные данные по биологии и численности единственной в Архангельской области промысловой популяции озерной корюшки, обитающей в оз. Кенозеро.

Установлено наличие у ряда видов рыб Кенозерского национального парка (сиговые, карась, окунь и др.), обитающих в разных водоемах, внутривидовых экологических форм, существенно отличающихся друг от друга по размерно-возрастным характеристикам, фенотипу и морфологии.

Особое внимание было уделено изучению ряпушки национального парка. Ее уникальность обусловлена экологическими, биологическими и генетическими особенностями разных популяций этого вида. Ряпушка обитает в 4 озерах национального парка, расположенных недалеко друг от друга, но изолированных со времен ледникового периода. Географическая и репродуктивная изоляция ряпушек КНП привела к особому пути развития каждой популяции и образованию экологических форм, сильно отличающиеся друг от друга по многим характеристикам. Так, например, ряпушка оз. Масельгское в десятки раз крупнее представителей этого вида из соседнего оз. Лекшмозеро. Интересным фактом стала установленная генетическая близость крупной ряпушки национального парка с ряпушкой Соловецкого архипелага. Это позволило по-новому взглянуть на многолетнюю научную дискуссию о происхождении последней.

Два вида рыб ихтиофауны Кенозерского национального парка – нельма и обыкновенный подкаменщик, включены в Красные книги Архангельской области (1995), Ненецкого автономного округа (2006) и России (2001).

Изучение антропогенного влияния на рыбное население Кенозерского национального парка показало, что основным фактором, определяющим динамику численности промысловых видов рыб в самых крупных озерах КНП – Кенозеро и Лекшмозеро, является любительское и рекреационное рыболовство. Сравнение фактической и оптимальной величин изъятия рыбы в этих водоемах свидетельствует о том, что популяции ценных видов – леща, щуки и сига, находятся под сильным прессом рыболовства, в то время как запасы мелкого частика недоиспользуются. В других озерах и речках парка деятельность человека на численности и структуре популяций рыб практически не отражается.

С 2010 г. результаты исследований СевПИНРО в Кенозерском национальном парке нашли практическое применение для расчета научно обоснованных квот

на вылов рыбы в его озерах. Практика применения методов и средств инвентаризации водных биоресурсов на водоемах Кенозерья, может быть использована как в условиях особо охраняемых природных территорий, так и при проведении рыбохозяйственного мониторинга озер, находящихся за пределами ООПТ.

Литература

Красная книга Архангельской области. - Архангельск, 1995. - 330 с.

Красная книга Ненецкого автономного округа. - Нарьян-Мар, 2006. - 490 с.

Красная книга Российской Федерации. - М., 2001. - 860 с.

Никольский Г.В. Экология рыб / М.: Высшая школа, 1974. - 367 с.

Никольский Г.В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб / М., 1980. – 183 с.

Новоселов А.П. Экологическая характеристика рыб озер Кенозеро и мониторинг ихтиофауны водоемов Кенозерского национального парка // В сб.: «Материалы отчетной сессии Северного отделения ПИНРО». - Архангельск, 2005. - С. 214-230.

Решетников Ю.С. Идеи Г.В. Никольского о фаунистических комплексах и их современное развитие // Современные проблемы ихтиологии. - М.: Наука,1981. - С. 75-96.

Цепкин Е.А. Ихтиофауна бассейна реки Онеги - четкий индикатор изменений климата в Голоцене // Вопр. Ихтиологии, 1999. - Т. 39. - № 21. - С. 117-119.

ABSTRACT. Kenozerskij national park (KNP) is an unique natural, historical and cultural complex located in the southwest of Arkhangelsk region. One of the important tasks of preserving the fish biodiversity of the KNP in it, while retaining active amateur and recreational fishing, is an inventorisation of aquatic bioresources of the park. The research conducted allowed us to create a comprehensive list of fish species of the KNP, examine their biology, assess the population status and determine the level of human impact on fish stocks.

ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА РЕКИ УРАЛ (В ПРЕДЕЛАХ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ) В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Е.А. Джаяни
Саратовское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», dgajani@mail.ru

Водотоки, бассейны которых расположены в индустриально развитых районах с высокой концентрацией населения и активной сельскохозяйственной деятельностью, испытывают значительное воздействие, приводящее к эвтрофированию и загрязнению. Учитывая, что от качества вод этих речных экосистем зависит здоровье людей и успешность развития регионов, оценка их экологического состояния и прогнозирование дальнейших изменений выступают приоритетными задачами гидробиологических исследований.

Река Урал – один из крупных водотоков Европы. При длине 2428 км она уступает лишь Волге и Дунаю. Протекает Урал по территории Башкортостана, Челябинской и Оренбургской (1164 км) областей и Казахстану. Наибольшие правые притоки – Таналык (225 км), Губерля (111 км) и Сакмара (798 км), левые – Суундук (Суындык) (174 км), Большой Кумак (212 км) и Орь (332 км). Питание реки - снеговое (70%), на период весеннего половодья приходится 60–90% годового стока.

На экологическое состояние реки влияет целый комплекс антропогенных факторов, в числе которых распашка целинных земель, уничтожение лесополос, коммунальные стоки от населенных пунктов, интенсивное освоение рудных и нефтяных месторождений (в бассейне р. Урал расположены Магнитогорский и Орско-Халиловский металлургические комбинаты, Гайский, Сибайский, Медногорский комбинаты по добыче и переработке медной руды и др.), деятельность предприятий аграрного сектора (Павлейчик, Сивохип, 2013; Сивохип, 2014). Безусловно, для потамопланктона ведущее значение имеет и изменение скорости течения воды. Кроме того, к числу значимых факторов воздействия на экосистему р. Урал, определяющих состояние ее биоты и реакцию на разнотипное антропогенное влияние, относится зарегулирование стока.

Для объективного определения экологического состояния водотока необходим учет влияния всего комплекса факторов, что возможно в ходе изучения фитопланктона, видовой состав, количественные и структурные характеристики которого относятся к числу признанных критериев при оценке состояния разнотипных пресноводных экосистем. Впрочем, наиболее распространено использование фитопланктона для оценки качества среды лентических экосистем, а его применимость при изучении лотических водных объектов требует проверки.

С целью изучения распределения фитопланктона в верхнем и среднем течении р. Урал в условиях различающихся по характеру антропогенного

воздействия и влияния природных факторов в 2015 г. были собраны пробы фитопланктона на разнотипных участках реки: выше подпора Ириклинского водохранилища (в районе с. Верхняя Кардаиловка - 52°16′с.ш. 58°55′ в.д. и в районе д. Урал - 52°16′с.ш. 58°54′ в.д.), где должно сказываться удаленное влияние Магнитогорского комбината, а также влияние предприятий аграрного сектора, бытовых стоков многочисленных населенных пунктов; в приплотинном плесе Ириклинского водохранилища (51°40′с.ш. 58°37′ в.д.) и на трех станциях ниже плотины Ириклинской ГЭС (в ~ 1.5 км (51°39′с.ш. 58°37′ в.д.), в ~ 30 км (в районе с. Колпакское - 51°28′с.ш. 58°44′ в.д.) и в ~ 250 км (в районе пос. Никольск - 51°20′с.ш. 57°8′ в.д.)), где должно сказываться влияние Ириклинского водохранилища, работы ГЭС. Все участки, за исключением приплотинного плеса водохранилища и прибрежья около пос. Никольск, характеризовались скоростью течения более 0.5 м/с. За исследуемый период самые низкие температуры были отмечены на станции 1.5 км ниже плотины. Отбор и обработку проб проводили по общепринятой методике (Методические рекомендации…, 1984).

Всего в составе фитопланктона исследованных участков реки было обнаружено 239 видов и разновидностей водорослей, среди которых Bacillariophyta составляли 42%, Chlorophyta – 34%, Euglenophyta – 7%, Cyanophyta – 6%, Cryptophyta и Dinophyta по 4%, Streptophyta -2%, Chrysophyta – 1%. В течение всего периода исследования наибольшее число видов было отмечено на участке выше Ириклинского водохранилища, наименьшее — в приплотинном плесе, 1.5 км ниже плотины, а также у с.Никольского в сентябре.

В весенний период на большинстве исследованных участков удельное число видов водорослей было больше в рипали, за исключением станции, расположенной в 1.5 км ниже плотины (табл. 1), что, вероятно, связано с высокой степенью связи прибрежных и русловых участков из-за попусков воды через плотину. Наибольшее число видов как на медиали, так и в рипали отмечено выше подпора водохранилища, наименьшее — в приплотинном плесе, а ниже плотины наблюдалось незначительное постепенное увеличение удельного числа видов. Основу числа видов в пробе на русловых участках р. Урал выше подпора водохранилища составляли Bacillariophyta (47–50%) и Chlorophyta (29–38%), ниже плотины доля диатомовых увеличивалась (до 65–77%). В приплотинном участке водохранилища доля разных таксономических групп водорослей была более выровненной и Bacillariophyta составляли 27%, по 20% — Chlorophyta, Cryptophyta, Dinophyta, 13% — Chrysophyta. Аналогичная ситуация складывалась и на прибрежных биотопах.

Таблица 1 - **Удельное число видов (s), численность (N, млн.кл/л) и биомасса (B, мг/л) фитопланктона медиали (M) и рипали (P) исследованных станций р. Урал**

Месяц	Станция*	S		N		B	
		M	P	M	P	M	P
V	1	58	-	9.0	-	6.2	-
	2	45	62	12.6	27.5	7.0	13.5
	3	15	-	5.4	-	0.8	-
	4	20	20	2.3	2.9	1.5	1.4
	5	26	27	1.4	1.0	4.2	2.7
	6	30	43	10.9	11.4	2.0	4.7
VIII	1	47	38	19.8	13.9	10.9	5.7
	2	49	43	36.6	8.9	19.9	4.5
	3	11	-	0.9	-	0.2	-
	4	12	-	0.1	-	0.1	-
	5	21	27	0.2	1.6	0.2	0.9
	6	30	33	2.3	1.7	0.5	0.4
IX	1	53	56	10.1	13.6	2.8	4.9
	2	45	52	6.6	4.4	1.3	1.3
	3	17	-	0.7	-	0.7	-
	4	13	18	0.3	0.8	0.3	0.3
	5	30	30	0.6	0.6	0.4	0.4
	6	10	19	0.1	0.1	0.1	0.1

Примечание: 1 - с. Верхняя Кардаиловка; 2 - д. Урал; 3 - приплотинный плес Ириклинского водохранилища; 4 - 1.5 км ниже плотины; 5 - с. Колпакское; 6 - пос. Никольск.

Общая численность фитопланктона на исследованном участке р. Урал была распределена неравномерно: и на русловых, и на прибрежных участках наибольшие величины были зафиксированы выше подпора Ириклинского водохранилища, ниже плотины в 1.5 и 33 км плотность организмов достигала минимальных величин и лишь в 260 км ниже плотины возрастала до значений, близких к отмеченным выше подпора (см. табл. 1). Основу численности фитопланктона участков до подпора водохранилища составляли зеленые водоросли (56–75%), в приплотинном плесе и ниже плотины ГЭС в 1.5 и 30 км лидирующее положение занимали диатомовые (68–96%), а в 250 км от плотины на русловом участке преобладали Chlorophyta (57%) и Bacillariophyta (32%), в прибрежье — Chlorophyta (48%) и Euglenophyta (29%).

Наибольшие общие биомассы фитопланктона также регистрировались на речных станциях выше водохранилища, наименьшая — на глубоководном участке приплотинного плеса, ниже плотины наблюдалось ее увеличение, хотя она не достигала значений, отмеченных выше подпора (см. табл. 1). Основу биомассы выше водохранилища составляли Bacillariophyta (50–61%) и Chlorophyta (23–42%), в приплотинном плесе доля диатомовых увеличивалась (71%), а субдоминантами выступила группа динофитовых водорослей (17%). Ниже плотины в 1.5 и 30 км доля Bacillariophyta возрастала до 82–99%, в 250 км ниже на русловом участке

преобладали диатомовые (47%), а также Chlorophyta (22%), Cryptophyta (18%) и Euglenophyta (13%), в прибрежье основу биомассы составляли Euglenophyta (69%).

Летом (в августе) распределение удельного числа видов фитопланктона по продольному профилю исследованного участка в целом повторяло картину, отмеченную весной. В частности, наибольшее количество видов в пробе обнаруживалось на участке р.Урал выше подпора водохранилища, наименьшее – в приплотинном плесе, а ниже плотины постепенно увеличивалось, но не достигало значений, зафиксированных выше влияния водохранилища (табл. 1). Основу видового состава фитопланктона в реке выше водохранилища составляли зеленые и диатомовые водоросли (40–57% и 24–36% соответственно), в приплотинном плесе - зеленые (45%), диатомовые и цианобактерии (по 18%), ниже плотины ГЭС в 1.5 и 30 км лидирующее положение занимали Bacillariophyta (76–85%), а в 250 км - Bacillariophyta (36–63%) и Chlorophyta (20–30%).

Максимальная численность фитопланктона отмечалась в р. Урал выше подпора водохранилища, в приплотинном плесе она была меньше в среднем в 21.1 раза, минимальная величина зарегистрирована в 1.5 км ниже плотины, а в 30 и 250 км от плотины она возрастала, но не достигала значений, отмеченных выше (см. табл. 1). Основу численности фитопланктона на участках медиали р. Урал выше водохранилища составляли Bacillariophyta (в среднем 43.4%), Chlorophyta (32.6%) и Cyanophyta (22.4%), а на рипали доля этих групп была соответственно 33.2, 32.8 и 33.2%. В приплотинном плесе до 46% возрастала доля цианобактерий, кроме которых доминировали также криптофитовые водоросли (35%). В 1.5 и 30 км ниже плотины наибольшей доли в общей численности вновь достигали диатомовые (57–70%), кроме которых на прибрежных участках отмечались цианобактерии (26%), а на русловых — зеленые (26–41%) водоросли. В 250 км ниже плотины по численности преобладали цианобактерии (44% на рипали и 75% на медиали), диатомовые (15 и 30%) и зеленые (22 и 7%).

Наибольшие биомассы фитопланктона обнаружены на участках р. Урал выше водохранилища, в приплотинном плесе биомасса сокращалась в среднем в 66.1 раза, минимальные значения зарегистрированы в 1.5 км ниже плотины ГЭС, а в 30 и 250 км ниже плотины она увеличилась в среднем в 3.5 раза по сравнению с наименьшей величиной (табл.1). Основу биомассы фитопланктона в реке выше водохранилища составляли диатомовые (74–91%) и зеленые (6–17%) водоросли, в приплотинном плесе — криптофитовые (64%) и зеленые (20%) водоросли, в 1.5 и 30 км ниже плотины ГРЭС — Bacillariophyta (60–97%), а на русловом участке в районе с. Колпакское также Dinophyta (32%), которые преобладали и на медиали в 250 км ниже плотины (46%), кроме которых наибольшей доли достигали диатомовые (34%), а в прибрежье господствовали Euglenophyta (32%), Bacillariophyta (28%) и Chlorophyta (25%).

Осенью (в сентябре) наибольшее удельное число видов регистрировалось в фитопланктоне р. Урал выше водохранилища, в приплотинном плесе сокращалось в среднем в 3 раза, а минимальные величины фиксировались в 1.5 км ниже плотины

(см. табл. 1). По числу видов в пробе преобладал фитопланктон рипали. Основу видового состава фитопланктона участков реки выше подпора водохранилища составляли зеленые (40–55%) и диатомовые (25–44%) водоросли, в приплотинном плесе — зеленые и криптофитовые (по 29%), диатомовые (24%), на речном участке ниже плотины — те же группы, однако максимальной доли достигали диатомовые (50–77%), а криптофитовые и зеленые занимали 10–23 и 10–20% соответственно.

Максимальная численность фитопланктона, как весной и летом, наблюдалась в реке выше влияния подпора водохранилища, минимальные величины зафиксированы в реке ниже плотины (см. табл. 1). В число преобладающих по численности таксономических групп фитопланктона на всех участках входили диатомовые водоросли, однако выше водохранилища они уступали зеленым (37.4%), а в приплотинном участке водохранилища и в реке ниже плотины ГЭС они составляли основу численности (в среднем 67 и 39% соответственно).

Показатели биомассы фитопланктона также были выше на участке реки выше водохранилища, в приплотинном участке водохранилища биомасса сокращалась в среднем в 3.9 раза, в реке ниже плотины — в 10.4 раза (см. табл. 1). Основу биомассы в реке выше водохранилища составляли диатомовые (в среднем 65.3%) и зеленые (25.6%) водоросли, в приплотинном плесе — диатомовые (44%) и динофитовые (43%), а в реке ниже плотины — диатомовые (53%), криптофитовые (27%) и динофитовые (12%).

В целом, полученные данные свидетельствуют, что на исследованном участке р. Урал фитопланктон распределен неравномерно. Независимо от сезона вегетационного периода по качественному составу, количественным показателям и соотношению таксономических групп на русловых участках выделяются три зоны: незарегулированный участок реки выше влияния водохранилища, приплотинный плес водохранилища и незарегулированный участок реки ниже плотины.

Незарегулированный участок р. Урал выше подпора водохранилища характеризуется более высоким трофическим статусом, о чем свидетельствуют максимальные показатели количественных характеристик фитопланктона (см. табл. 1), а также большая доля зеленых водорослей и незначительно большая доля цианобактерий (рис.). Очевидно, большую роль в этом играет поступление биогенных и органических веществ с верхних участков реки и с водосбора, а также более ранее освобождение ото льда и, следовательно, наступление биологической весны. В результате, уже в мае в численность и биомассу планктона слагают представители зеленых и криптофитовых водорослей.

В то же время, в приплотинном участке водохранилища наблюдается резкое снижение количества фитопланктона (см. табл. 1), что мы связываем с более поздним освобождением ото льда и прогреванием воды. В конце летнего сезона в приплотинном плесе Ириклинского водохранилища сохраняются небольшие численность и биомасса водорослей, что может быть связано с низким количеством биогенных и органических веществ, значительная часть которых аккумулируется и утилизируется в зонах седиментации в переходных участках плесов основной реки

и боковых притоков, так и с выеданием «кормового» фитопланктона зоопланктонными организмами. Однако при этом увеличивается доля синезеленых, зеленых и криптофитовых водорослей, что может быть вызвано наиболее благоприятными гидрологическими условиями (отсутствие течения).

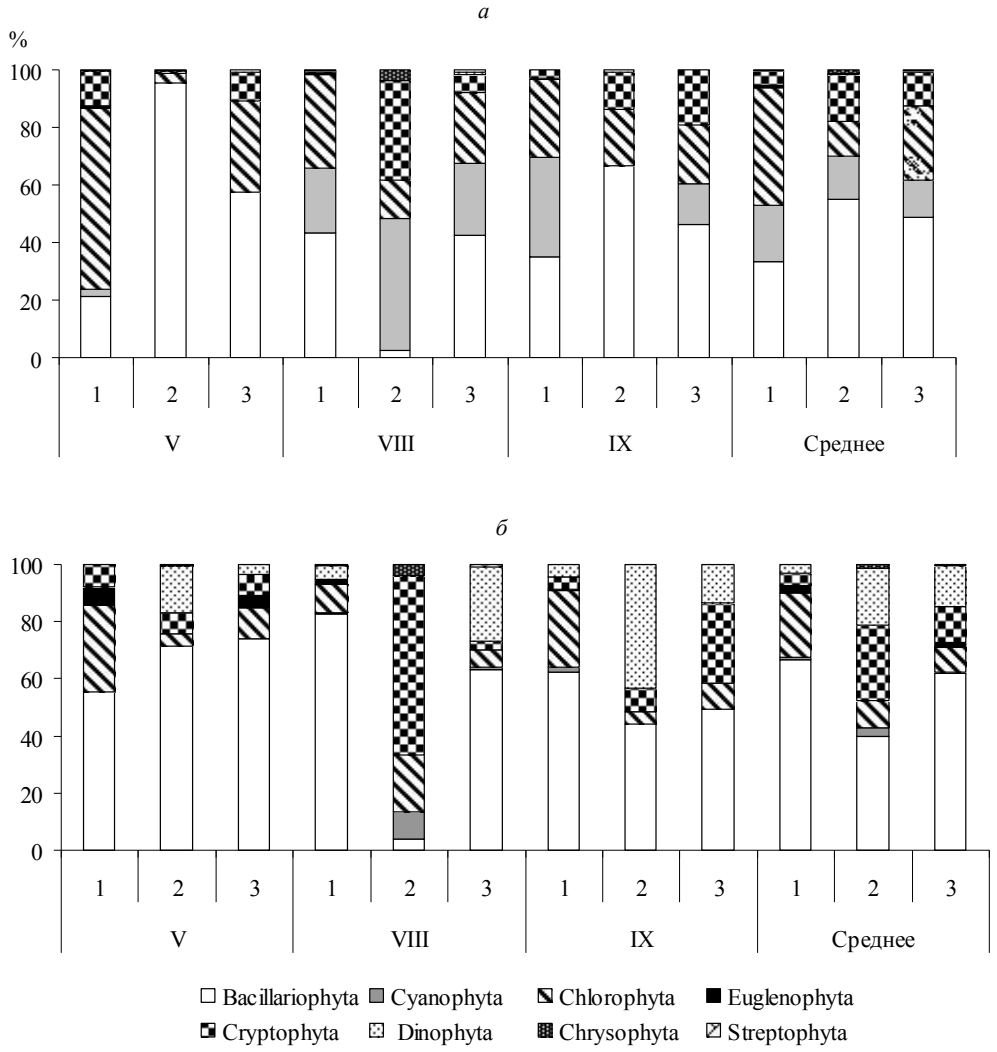


Рисунок - **Доля таксономических групп в общей численности (*а*) и биомассе (*б*) фитопланктона на исследованных русловых участках р. Урал.**

Здесь и в табл. 2: 1 — незарегулированный участок реки выше подпора водохранилища, 2 — приплотинный участок водохранилища; 3 — незарегулированный участок реки ниже плотины

На незарегулированном участке реки ниже плотины, особенно в 1.5 и 30 км, воды которого характеризуются высокими скоростями течения и менее прогреты, так как поступают из придонного слоя приплотинного плеса, зарегистрированы наименьшие количественные показатели фитопланктона. На данном этапе отсутствуют данные, позволяющие выяснить, на каком расстоянии от плотины перестает сказываться влияние ГЭС на фитопланктон. Однако в 250 км таксономическая структура в наибольшей степени соответствует наблюдаемой на участке реки выше подпора водохранилища, хотя численность и биомасса значительно меньше. Это может быть связано с высокими расходами воды, а также ограниченным поступлением биогенных и органических веществ с водосбора, где расположено меньше населенных пунктов и предприятий, чем на верхнем участке течения.

Аналогичные изменения фитопланктона регистрировались и в рипали незарегулированных участков р. Урал выше и ниже водохранилища: наибольшие численность и биомасса отмечались выше подпора водохранилища (см. табл. 1), где также было выше относительное обилие зеленых водорослей (табл. 2).

Таблица 2. **Доля таксономических групп фитопланктона на участках рипали р. Урал выше и ниже водохранилища**

Таксон	V		VIII		IX		Среднее	
	1	3	1	3	1	3	1	3
Доля (%) в общей численности								
Bacillariophyta	18.7	59.2	33.2	50.0	32.4	32.5	28.1	47.2
Cyanophyta	0.0	2.5	33.2	35.2	17.7	14.7	17.0	17.5
Chlorophyta	74.9	20.0	32.8	12.4	47.4	12.2	51.7	14.9
Euglenophyta	0.7	9.5	0.4	0.5	0.1	0.0	0.4	3.3
Cryptophyta	4.9	6.7	0.2	1.6	2.2	40.4	2.5	16.3
Dinophyta	0.0	0.0	0.2	0.3	0.1	0.0	0.1	0.1
Chrysophyta	0.7	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.7
Streptophyta	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Доля (%) в общей биомассе								
Bacillariophyta	51.1	66.6	77.2	62.1	68.4	57.1	65.6	61.9
Cyanophyta	0.0	0.3	0.9	1.2	1.7	0.1	0.8	0.5
Chlorophyta	41.7	3.8	16.7	13.3	24.3	4.0	27.6	7.1
Euglenophyta	3.6	23.0	0.7	15.9	1.3	0.0	1.9	13.0
Cryptophyta	3.3	4.5	0.1	1.9	2.7	26.3	2.0	10.9
Dinophyta	0.0	1.0	3.8	5.0	1.3	11.3	1.7	5.8
Chrysophyta	0.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2
Streptophyta	0.0	0.0	0.6	0.6	0.5	1.1	0.3	0.6

Важно отметить, что не во всех случаях число видов, численность и биомасса фитопланктона в прибрежных участках превышали таковые характеристики на медиали. Весной чаще наблюдается преобладание

фитопланктона рипали, что мы связываем с более ранним прогреванием этих участков, более низкими скоростями течения воды, а также большей связью с сушей, откуда поступают биогенные и органические вещества. Исключение и/или минимальные различия наблюдаются при высоких расходах воды на наиболее узких участках, как это происходило ниже плотины ГЭС. Летом на большинстве участков количественно преобладал фитопланктон медиали, что возможно объяснить утилизацией поступающих с водосбора биогенных и органических веществ высшими водными растениями, а также бентосными водорослями. Осенью, в связи с максимальным выравниванием условий среды на медиали и рипали, различия фитопланктона выражены в наименьшей степени.

Следовательно, полученные данные показали, что даже в условиях проточности фитопланктон отражает особенности условий среды и может быть использован для оценки экологического состояния рек. При увеличении биогенной и органической нагрузки в первую очередь увеличиваются его количественные характеристики. Зарегулирование стока не всегда приводит к увеличению количества планктонных водорослей, многое определяет морфометрия водохранилищ, в частности, наличие плесов, в верховьях которых может происходить аккумуляция и утилизация биогенных и органических веществ, в результате чего глубоководные участки приплотинного плеса характеризуются бедностью фитопланктона. Работа ГЭС способствует увеличению расходов воды, а забор воды из придонных слоев приплотинного участка — снижению ее температуры. В результате ниже плотины фитопланктон характеризуется минимальными количественными характеристиками, а в общей численности и биомассе возрастает доля диатомовых водорослей, как это характерно для большинства рек (Константинов, 1979). Однако для определения трофического статуса необходимо проведение анализа видового состава доминирующих видов.

Литература

Константинов А.С. Общая гидробиология. М.: Высшая школа, 1979. 480 с.

Павлейчик В.М., Сивохип Ж.Т. Формирование качества поверхностных вод бассейна верхнего течения реки Урал в условиях техногенной трансформации природной среды//Водные ресурсы, 2013, том 40, № 5, с. 456-467.

Сивохип Ж.Т. Эколого-геогра-фические проблемы трансграничного бассейна р. Урал и пути их решения/ Оренбургская область: география, экономика, экология. – Оренбург: ОГПУ. – 2014. – С. 75-88.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах. Фитопланктон и его продукция. Л,1984, С 32.

ABSTRACT. There are presented the quantitative characteristics and structure of taxonomic groups of phytoplankton at sites of the Ural river, distinguished by the nature of anthropogenic impact.

МНОГОЛЕТНИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НАД БАКТЕРИОПЛАНКТОНОМ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В.В. Донецкая
Саратовское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Саратов, valentina-donetsckaya@yandex.ru

Наряду с другими гидробионтами бактериопланктон принимает активное участие в процессах трансформации органического вещества и круговороте биогенных элементов в водоёмах. В нашей работе приведены данные количественного развития и функционирования бактериопланктона Волгоградского водохранилища в период с 1967 по 2013 гг.

При выполнении работ использовались общепринятые в водной микробиологии методы (Кузнецов, Дубинина, 1989). Численность бактерий в воде учитывалась методом ультрафильтрации (Разумов, 1932). Для определения интенсивности размножения бактериопланктона применяли метод изолированных проб воды (Иванов, 1955; Разумов, 1948) с экспозицией опыта 24 часа. Содержание кислорода в фильтрованных пробах (для определения деструктивной активности бактериопланктона) определяли методом Винклера (Винберг, 1969).

Динамика развития бактериопланктона в течение вегетационного периода находится в тесной зависимости от наличия растворённого органического вещества, от температурного фактора и степени выедания водной микрофлоры зоопланктоном и личинками рыб.

Весной в результате минерализации органического вещества в предшествующий подлёдный период и поступления в водоём аллохтонного органического вещества с паводковыми водами отмечаются высокие величины численности бактериопланктона (1,6 – 3,0 млн. кл/мл).

Прогрев воды в летний период и обогащение водных масс органическим веществом за счёт фотосинтетической деятельности фитопланктонных организмов способствуют увеличению численности бактериопланктона в отдельные годы до 3,7–4,6 млн. кл/мл.

Сдерживающим фактором развития бактерий является выедание его зоопланктоном и личинками рыб. Например, в августе 1967 г. при высокой численности Cladocera количество бактерий снизилась до 0,8 млн. кл/мл, тогда как в предыдущие летние месяцы колебалось в пределах 1,8 – 2,9 млн. кл/мл (Донецкая, 1986). Согласно данным В.П. Вьюшковой (1977) в этот период отмечалась высокая численность ветвистоусых рачков.

Отмирание планктонных организмов в осенний период является причиной интенсивного накопления в воде легкоусвояемых органических веществ. Поэтому очень часто численность бактерий в этот период снижается незначительно по сравнению с летними пробами.

Среднегодовая численность бактерий в водохранилище испытывает колебания от 1,6 до до 3,8 млн. кл/мл и находится на уровне мезотрофного водоёма. Присутствие в воде большего количества крупных палочковидных бактерий, дрожжевых и азотобактероподобных клеток в 1967-1975 гг. являлось причиной более высокой биомассы бактерий в эти годы. В последующие годы биомасса бактериопланктона была более низкой из – за преобладания в воде мелких палочковидных форм.

Неравномерность распределения бактериопланктона в водохранилище связана с наличием в водоёме большого количества биотопов, разнообразных по гидрологии, гидрохимическим и температурным показателям. У берегов в большинстве случаев отмечается более высокая численность микроорганизмов, что связано с высокой скоростью трансформации органического вещества на мелководных участках.

В продольном распределении отмечается увеличение численности микроорганизмов в верхнем и среднем участках водохранилища в результате влияния сточных вод крупных населённые пунктов: гг. Саратов, Вольск, Камышин.

Показателем обеспеченности воды легкоусвояемым органическим веществом является сапрофитная микрофлора. Кроме того, она оказывает влияние на интенсивность и направленность круговорота органического вещества в водоёме.

В 1967 г. число гетеротрофов было невысоким в течение всего вегетационного периода. Значительное увеличение их содержания отмечалось в 1968 и 1969 гг. по причине поступления в водоём большого количества органики из вновь залитых земель Саратовского водохранилища.

Закономерность распределения сапрофитной микрофлоры по поперечному и продольному профилю водохранилища идентична закономерности распределения общего количества микрофлоры.

Следует отметить, что численность сапрофитной микрофлоры в 2003–2013 гг. превышала данные 1967-1975 гг. в 8 раз, что, видимо, связано с увеличением антропогенной нагрузки на исследуемый водоём. По данным Комитета окружающей среды и природопользования Саратовской области (2013) в Волгоградском водохранилище в весенний и осенний периоды отмечается существенное превышение ПДК по нитритному азоту. Наблюдаемое в последние 3 года постоянное превышение ПДК по нитратам свидетельствует об увеличении токсической нагрузки на водохранилище и снижении самоочищающей способности водоёма. Однако, как говорил Л.П. Брагинский (1998), пока идёт фотосинтез, хемосинтез, работают микроорганизмы и водоросли, система в состояние «экологической смерти» впасть не может.

Для оценки функциональной активности бактериопланктона определяли скорость размножения, продукцию и интенсивность дыхания микроорганизмов.

Для весеннего периода характерен низкий темп размножения бактериопланктона, что обусловлено поступлением в водоём с паводковыми водами нежизнеспособной аллохтонной микрофлоры.

Повышение температуры воды и увеличение количества легкоусвояемых органических веществ в летний период способствуют ускорению процесса размножения микроорганизмов. Осенью с понижением температуры происходит замедление интенсивности размножения водной микрофлоры. Исключение составил 2009 г., когда при аномально тёплой осени интенсивность размножения бактерий была высокой.

Продукция бактериопланктона (табл. 1) в разные периоды наблюдений испытывала колебания от 0,8 до 4,1 млн. кл/мл (0,6–3,0 г/м^3) и находилась в прямой зависимости от температурного фактора и наличия в воде легкоусвояемых органических веществ. В многоводные и тёплые годы (2005–2009) отмечались более высокие величины бактериальной продукции.

Таблица 1 - **Функциональная активность бактериопланктона в Волгоградском водохранилище (среднегодовые данные)**

Год	Продукция, млн. кл/мл	Продукция, г/м^3	Деструкция, г O_2/м^3
1967	0,80	0,730	-
1968	1,08	1,089	-
1969	1,08	0,904	-
1970	0,957	0,717	-
1971	0,883	0,662	-
1972	1,630	1,222	-
1973	1,82	1,006	0,376
1974	1,09	0,818	0,894
1975	1.859	1.394	1,792
2003	0,923	0,682	0,997
2004	2,43	1,827	0,658
2005	3,94	2,055	1,768
2006	3,45	2,0	1,157
2007	3,9	2,925	1,952
2008	3,66	2,745	1,245
2009	4,1	3,075	1,323
2010	1,8	1,35	1,708
2011	2,2	1,65	1,570
2012	1,37	1,03	1,418
2013	0,99	0,740	1,413
Среднее	1,998	1,466	1,305

Деструкция бактериопланктона в среднем по водохранилищу составила 1,305 г O_2 /м^3. Более высоких величин она достигала в тёплые и многоводные годы (1975, 2005, 2007, 2010).

В течение всего периода наблюдений бактериальному разложению подвергалось органическое вещество в количественных отношениях значительно превышающее величины первичной продукции фитопланктона, что подтверждает факт вовлечения в круговорот экосистемы Волгоградского водохранилища большого количества органических веществ аллохтонного происхождения. Подобное явление характерно для большинства водохранилищ равнинного типа и наблюдалось многими исследователями (Бульон, Никулина, 1976; Гак, 1975; Далечина, Герасимова, 1980, Донецкая, 2006) .

Таким образом, среднемноголетняя величина численности бактериопланктона в водохранилище составила 2,4 млн кл/мл (биомасса – 1,752 г/м^3), что характерно для водоёмов мезотрофного типа.. Более высокие показатели количества водной микрофлоры в отдельные годы не являются результатом увеличения трофности водоёма, а свидетельствуют о быстрой реакции микроорганизмов на изменения окружающей среды.

Среднемноголетняя величина бактериальной продукции составила 1,998 млн. кл/мл или 1,466 г/м^3 в сутки и ежесуточно бактериальной минерализации подвергалось органическое вещество, эквивалентное 1,305 гO_2 / м^3.

Литература

Брагинский Л.П. Принцип классификации и некоторые механизмы структурно – функциональных перестроек пресноводных экосистем в условиях антропогенного пресса. / Гидробиологический журнал, 1998, №6, том 34. – С. 72–94.

Бульон В.В., Никулина В.Н. Роль фитопланктона в процессе самоочищения в водотоках / Гидробиологические основы самоочищения вод: сб. науч. тр. - Л., 1976. – С. 15–24.

Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов / Минск: Изд – во АН БССР, 1969. – 329 с.

Вьюшкова В.П. Сезонная динамика численности основных компонентов зоопланктона Волгоградского водохранилища. / Тр. Саратовского отд. ГосНИОРХ, 1977, т. 15. С. 45 – 49.

Гак Д.З. Бактериопланктон и его роль в биологической продуктивности водохранилищ . М.: Наука, 1975. – 249 с.

Далечина И.Н., Герасимова Н.А. Фитопланктон и его продукция. / Рыбохозяйственное освоение и биопродукционные возможности Волгоградского водохранилища. – Саратов: СГУ, 1980. – С. 31–48.

Донецкая В.В. Зависимость сезонной динамики бактериопланктона от факторов среды / Структура и функционирование сообществ водных организмов. – Новосибирск, Наука, 1986. – С. 20-23.

Донецкая В.В. Роль бактериопланктона в деструкции органического вещества в Волгоградском водохранилище в 2003–2004 гг. / Тез. докл. IX съезда Гидробиологического общества РАН, Тольятти, 18 - 22 сентября 2006. – Т. 1. – С. 138.

Иванов М.В. Метод определения продукции бактериальной биомассы в водоёме / Микробиология. 1955. – Т. 24(1). – С.70–89.

Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2012 году. Раздел 1.2. Поверхностные воды. С. 17 – 30. Саратов, 2013.

Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов. М.: Наука, 1989. – 288 с.

Разумов А.С. Прямой метод учёта бактерий в воде. Сравнение его с методом Коха / Микробиология. 1932. –Т. 1. – Вып. 2. – С. 131–146.

Разумов А.С. Бактериальный планктон Клязминского водохранилища. Загрязнение и самоочищение водоёмов: сб. науч. статей. – Институт общей и коммунальной гигиены АМН СССР, 1948. – Вып. 1. – С. 100–109.

ABSTRACT. On the basis of long-term researches information of quantity, biomassy and distributing of bakterioplanktona, is resulted in Volgograd vodokhranili.she. Speed of reproduction, products and destructive activity of bakterioplanktona is set.

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ СУДАКА В НОВОСИБИРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

М.А. Дорогин, А.М. Визер, М.В. Селезнева
Новосибирский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», sibribniiproekt@mail.ru

Судак относится к самым ценным промысловым видам Новосибирского водохранилища. Этот вид является акклиматизантом для Обского бассейна и был вселен в период 1959-1964 гг. из водоемов европейской части России.

Посадочный материал судака был представлен семью партиями личинок общим объемом 30930 тыс. экз. Условия для его обитания, в первые годы после образования водоема (1957 г.), оказались настолько благоприятными, что уже в 1967 г. судак вступает в промысел. С 1972 г. он становится самим многочисленным хищником на зарегулированном участке Верхней Оби. С этого времени до конца 1990-х годов судак относился к видам доминантам и на него приходилось до 20,3-24,4% общего годового вылова в водохранилище. Доля мелкочастиковых аборигенных рыб в уловах, напротив, снижалась до 0,3-11,2% и большинство видов в промысловой статистике встречалась не ежегодно.

В 2000-х годах численность судака в водохранилище начинает неуклонно снижаться и в настоящее время его доля в уловах составляет всего 1,5-2,5%. Снижение роли в экосистеме водохранилища этого активного хищника вызвало перестройку ихтиоценоза, появление и рост численности мелкочастиковых аборигенных (плотва, елец, карась, окунь, ерш) и чужеродных (уклейка, верховка, ротан) видов. Поэтому анализ причин этого явления имеет научное и хозяйственное значение.

Среди биологических факторов основное влияние на численность и промысловые запасы судака оказывают сроки наступления половой зрелости, размеры производителей и их плодовитость.

В первые годы после вселения популяция судака в водохранилище формировалась в условиях низкой численности вида и высокой обеспеченности кормами всех возрастных групп. Это обеспечивало быстрый рост и достижение половой зрелости уже в 3 года при массе 900 г и длине 40 см (Феоктистов, 1970, 1973). Доля самок на нерестилищах превышала 70% и были представлены тремя возрастными группами с высокой плодовитостью (таблица 1).

Таблица 1 - **Абсолютная плодовитость судака в 1964-1968 гг., тыс. шт. икринок**

Возраст	Масса, г	Длина, см	Плодовитость	
			средняя	колебания
3	900	40	439,8	86,6-608,8
4	2227	51	628,4	101,2-956,2
5	2420	52,6	857,1	495,0-1136,2

С 1970 г. возрастной ряд нерестового стада расширяется за счет более старшевозрастных особей до 7 возрастных групп, с преобладанием четырех – пятилеток, при сохранении прежних показателей плодовитости в одновозрастных группах (Сецко, Феоктистов 1976; Благовидова и др., 1977).

В начале 1990-х гг. темп роста судака замедлился, так как его численность достигла максимума, а обеспеченность пищей, особенно молоди, ухудшилась (Визер, 1990, Селезнева, Трифонофа 2007). В этот период наблюдается снижение размеров, навески и плодовитости самок во всех возрастных группах по сравнению с начальным периодом вселения (таблица 2). В промысловых уловах встречаются особи в возрасте до 17 лет, но на нерестилищах рыбы старше 8 лет отмечаются крайне единично и не ежегодно. Половая структура нерестовых стад изменяется на стабильное преобладание самцов - 1,5 : 1,0. В конце 1990-х гг. в связи с ростом активности сетного промысла преобладание самцов усиливается – 1,7-1,0. Сама численность производителей резко снижается, что затрудняет исследование нерестового стада.

Таблица 2 - **Абсолютная плодовитость судака в 1990-х гг., тыс. шт. икринок**

Возраст, годы	Масса, г	Длина, см	Плодовитость		Количество, экз.
			средняя	колебания	
3	650	34,5	220,0	200,0-250,0	3
4	1414	46,2	213,694	73,033-267,300	9
5	1633	46,9	273,714	54,346-420,465	25
6	1762	48,8	254,473	92,900-482,825	20
7	2529	57,7	361,347	175,780-707,745	7
8	4150	64,5	594,696	573,959-615,434	2
9	4350	64,5	623,405	263,640-983,170	2

В эти же годы у судака происходит снижение среднего возраста производителей в результате сокращения доли старшевозрастных особей с 5,5 до 4,6 года. В 1997 г. 80% производителей судака было представлено впервые нерестующими особями в возрасте 4-5 лет.

В период 1998-2001 гг. в составе нерестовых стад судака продолжилось снижение доли старшевозрастных особей. Средний возраст производителей судака уменьшался в отдельные годы до 3,6 лет. В сетных уловах в 2000-2001 гг., основу стали составлять впервые созревающие особи 3-4 годовалого возраста.

Недостаток кормовых организмов в большинство лет вызвал замедление роста во всех возрастных группах, лишь в 2001 г. он был на уровне 1990-х годов и средние размеры нерестящихся трехгодовалых особей составили 34,2 см, при массе 579 г.

В последующий период 2002-2013 гг. в нерестовой части популяции становятся крайне малочисленными производители старше 7 лет, а рыбы старше 9 лет встречаются не ежегодно. В составе нерестовых стад начинают преобладать впервые нерестующие особи в 3-4 годовалом возрасте (до 83%). Доля трехгодовалых половозрелых особей повышается с 5,7 до 31,4%. В отдельные годы средний возраст снижается до минимальных показателей - 3,5 года. Низкая кормовая обеспеченность обусловила замедление роста судака в младших возрастных группах. С 2009 г. в нерестовом стаде начинает обособляться группа производителей с минимальными размерами и массой самцов, соответственно 27-30 см и 250-360 г, самок – 27-33 см и 260-491 г. Эти трехгодовалые рыбы появлялись на нерестилищах в конце нерестового периода и имеют очень низкую абсолютную плодовитость 28,5-63,0 тыс. икринок. Особи старших возрастов (4-8 годовики), напротив, первыми приходят на нерест еще в начале мая, имеют крупные размеры и, значительно большую плодовитость на уровне первых лет вселения судака в водоем (таблица 3).

Таблица 3 - **Абсолютная плодовитость судака в 2013 г., тыс. шт. икринок**

Возраст, годы	**Масса, г**	**Длина, см**	**Плодовитость**	**Количество, экз.**
4	1409,7±103,2	45,3±0,9	232,4±12,8	6
6	2748,8±305,4	54,8±2,8	562,3±186,6	8
7	3601,0±121,0	57,7	1131,8±216,3	4
8	4000	60	1254,7	1

Сокращение численности нерестового стада и появление в нем тугорослых самок приводит к снижению воспроизводительного потенциала судака в период 2005-2010 гг., поэтому доля его личинок в общем количестве ранней молоди уменьшается с 64,2% до 29,9%, по сравнению с 1990-ми годами. Относительная численность личинок судака снижается с 6,883 экз./м^3 до 2,896 экз./м^3. Судак в возрасте трех-четырех лет начинает терять постоянный устойчивый источник пищи в виде собственной молоди.

В 2014-2015 гг. разобщение двух различных нерестовых стад усиливается. На нерестилищах начинают доминировать мелкие тугорослые производители.

Среди самок их доля составляет 67,8%. Средний возраст этой группы - 3,2±0,1 года. Эти рыбы постоянно присутствуют на нерестилищах и завершают нерест.

Созревание судаков с замедленным ростом происходило при минимальных размерно-весовых показателях: у самок 24 см и 172 г, у самцов – 24 см и 190 г. Средние показатели размеров и веса у впервые нерестующих рыб были также не велики: 27,5±0,5 см и 247,1±11,6 г соответственно.

Минимальная плодовитость одной самки снизилась до 17,3 тыс. икринок, а средние показатели составили 24,4±1,7 тыс.

Анализ промысловых уловов показывает, что не все судаки этой размерно-возрастной группы становятся половозрелыми. Более 42% рыб интенсивно растут и созревают при минимальной длине тела у самцов 34 см и 38 см у самок в пятилетнем возрасте. Интенсивно растущие рыбы с поздним созреванием формируют нерестовое стадо со средним возрастом 5,4-6,1 год, размерами 41-74 см и массой 734-6240 г. Численность крупных производителей судака в последние годы остается низкой, они первыми появляются на нерестилищах на короткие сроки, что затрудняет их отлов для исследовательских целей.

Сочетание двух неблагоприятных факторов - мелкие размеры и низкая плодовитость основной части нерестового стада, сокращение до минимума крупных и повторно размножающихся самок не позволяют виду, в настоящее время, поддерживать воспроизводство на высоком уровне. Доля его личинок в общем количестве ранней молоди уменьшается до 0,2%, а численность сокращается до 0,015 экз./м^3. Значимость судака в ихтиофауне водоема снижается, и он перестает оказывать регулирующее воздействие на мелкочастиковые виды. Доля аборигенных видов в уловах, несмотря на отсутствие специализированного промысла и применение орудий лова с ячеей менее 50 мм возрастает с 3-4 до 12%. За счет этих видов идет основное естественное воспроизводство и они составляют 64,4% всей ранней молоди в водохранилище. В 2011-2015 гг. в водоеме натурализируются непромысловые чужеродные виды - уклейка, верховка и ротан-головешка.

Обилие мелкочастиковых видов и их молоди существенно улучшает кормовые условия всех возрастных групп судака и создает предпосылки для увеличения его запасов и темпа роста. Нарастание численности судака будут сдерживать местные хищники, прежде всего окунь, который заместил судака на ряде участков водоема.

Таким образом, за 4 десятилетия после натурализации судака в Новосибирском водохранилище наблюдается ухудшение биологических показателей производителей, по сравнению с начальным периодом вселения, а с 2000-х годов и снижение его численности.

Уже в период непрерывного нарастания запасов судака - 1980-1990-х годы, в результате сокращения кормовой базы в виде мелкого частика у него происходит снижение темпа роста, более позднее половое созревание и снижение плодовитости. Снижение биологических характеристик судака не велико, так как в водоеме

имеется постоянный источник питания в виде мизид и многочисленной собственной молоди.

Со второй половины 1990-х годов многократное увеличение интенсивности сетного промысла привело к резкому сокращению запасов судака. В эти годы ухудшается и обеспеченность судака пищей, так как увеличивается повторяемость маловодных лет, неблагоприятных для воспроизводства весенне-нерестующих видов, а высокий летний прогрев воды ограничивал развитие мизид.

Ответная приспособительная реакция судака на снижение численности, ухудшение условий воспроизводства и нагула проявилась в появлении в популяции многочисленных карликовых производителей с низкой плодовитостью и растянутыми сроками нереста. При этом сохранилась небольшая группа крупных рыб с поздними сроками созревания и высокой плодовитостью, на уровне первых лет вселения. Разнокачественность судака позволяет оптимально использовать кормовую базу водоема и все возможности для воспроизводства. Благодаря этой стратегии судак сохранился в водохранилище, но его значимость в экосистеме снизилась до уровня субдоминанта.

В настоящее время в водохранилище появились условия для восстановления численности судака и улучшения его биологических характеристик: полностью запрещен сетной промысел, улучшились условия нагула благодаря росту запасов и видовому разнообразию мелкочастиковых рыб. Однако этот процесс может затянуться на длительные сроки, что связано с низкой численностью крупных и повторно размножающихся самок судака и обилием в водоеме других хищников (щука, окунь, ерш и налим), которые истребляют его молодь, либо являются его пищевыми конкурентами.

Литература

Благовидова Л.А. Новосибирское водохранилище и его рыбохозяйственное значение / Л.А. Благовидова, Р.И. Сецко, М.И. Феоктистов, Д.П. Померанцева // Известия ГосНИОРХ, 1977. - Т. 115. - С. 142–160.

Визер А.М. Влияние акклиматизации кормовых беспозвоночных на питание и темп роста молоди судака Новосибирского водохранилища // Ресурсы животного мира Сибири. Рыбы. Новосибирск: Наука. Сибирское отд., 1990. - С. 110-112.

Селезнева М.В., Трифонова О.В. Динамика пополнения промыслового стада судака Sander lucioperca (Percidae) Новосибирского водохранилища // Биологические аспекты рационального использования и охраны водоемов Сибири. – Томск, 2007. – С. 247-252.

Сецко Р.И., Феокистов М.И. Влияние некоторых факторов среды на размножение основных промысловых рыб // Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища. – Новосибирск, 1976. – С. 106-112.

Феоктистов М.И. Акклиматизация судака в Новосибирском водохранилище // Автореф. дис. канд. биол. наук. - Томск, 1970. - 24 с.

Феоктистов М.И. Биология судака Новосибирского водохранилища // Проблемы экологии. - Томск: Изд-во Томского гос. ун-та., 1973. - Т. 3. - С. 201-205.

ABSTRACT. The analysis of the size-age composition and fecundity of spawning walleye Novosibirsk reservoir. A reduction in the size and reproductive performance of this acclimatized at the deteriorating conditions of reproduction and foraging, which led to a reduction of its role in the fish fauna of the pond. Adaptive response to the deteriorating living conditions manifested in the appearance of the population in many dwarf producers with low fecundity and stretched timing of spawning.

ДИНАМИКА ЗООПЛАНКТОНА ОЗЕРНОЙ ЧАСТИ ШЕКСНИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Н.В. Думнич, Е.В. Лобуничева
Вологодское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Вологда
myaborisov@mail.ru, lobunicheva_ekat@mail.ru

Шекснинское водохранилище, созданное в 1964 г., является частью Волго-Балтийского водного пути. В составе водохранилища выделяется речная часть (бывшее русло реки Шексна) и озерная – озеро Белое – крупнейший водоем на территории Вологодской области. Превращение этого водного объекта в водохранилище значительно изменило его гидрологический режим, что закономерно отразилось и на большинстве гидробионтов. После залития водохранилища площадь озера увеличилась и составляет 1284 км^2, уровень воды поднялся в среднем на 2 м, что обусловило увеличение средней глубины (4,1 м), объема воды (5,2 км^3), а также характера зарастания водоема (Александрова, Дружинин, 1981). Котловина озера имеет округлую блюдцеобразную форму с характерным постепенным увеличением глубины и сравнительно небольшой по площади зарослевой зоной, что отличает озеро от других водоёмов региона.

Первые исследования зоопланктона озера Белого были проведены в начале XX века (Линко, 1903; Арнольд, 1925), а в последующие десятилетия комплексные исследования планктона этого водоема осуществлялись неоднократно сотрудниками Института озероведения РАН, Института биологии внутренних вод РАН и Вологодской лаборатории ФГБНУ «ГосНИОРХ» (Луферова, 1966; Пидгайко, 1969; Литвин, 1978; Смирнова и др., 1981; Пихтова, 1983; Думнич, Крылов, 2002 и др.). Начиная с 1974 года, мониторинговые исследования состояния зоопланктона озера в связи с его высокой рыбохозяйственной ценностью осуществляются Вологодским отделением «ГосНИОРХ». Ежегодно в ходе осенней траловой съемки на водоеме проводится комплексный сбор гидробиологического материала, что позволяет оценивать уровень развития и структурные особенности зоопланктона.

В настоящей работе обобщены имеющиеся фондовые материалы о структуре и динамике зоопланктона озера Белое за период с 1974 по 2015 г.г., а также некоторые опубликованные материалы разных авторов. В связи с объективными различиями в задачах и методах исследований, проводимых в разные годы, в ходе сравнительного анализа проведена генерализация имеющихся данных.

В составе зоопланктона озера Белое за весь период изучения обнаружено порядка 140 видов коловраток и ракообразных (табл. 1). В ходе первых фрагментарных исследований зоопланктона озера в разные годы в его составе отмечалось от 20-30 видов (Линко, 1903; Арнольд, 1925; Грезе, 1932). Однако, уже

этими исследованиями были определены основные черты планктонного сообщества водоема, а именно – доминирование пелагических видов, в частности копепод, существенные различия сообществ центральной части озера и литорали.

Таблица 1 – **Таксономический состав зоопланктона озера Белое в разные периоды исследований**

Таксон	Период исследований, годы*				
	1960-е	1970-е	1980-е	1990-е	2000-е
Тип Rotifera					
Класс *Archeorotatoria* Markevich, 1990					
Сем. *Philodinidae* Bryce, 1910					
Dissotrocha aculeata (Ehrenberg, 1832)	–	–	–	–	+
Класс Hemirotatoria Markevich, 1990					
Сем. Collothecidae					
Collotheca pelagica (Rousselet, 1893)	–	+	–	–	–
C. mutabilis (Hudson, 1885)	–	+	–	–	–
Класс Eurotatoria Markevich, 1990					
Сем. Filiniidae Harring and Myers					
Filinia longiseta (Ehrenberg, 1834)	–	+	+	+	+
F. terminalis (Plate, 1886)	–	+	–	–	–
Сем. Testudinellidae					
Pompholyx sulcata Hudson, 1885	–	+	–	–	–
Testudinella patina (Hermann, 1783)	–	–	–	–	+**
Сем. Flosculariidae					
Sinantherina socialis Linnaeus, 1758	–	–	–	–	+
Сем. Conochilidae Harring					
Conochilus unicornis Rousselet, 1892	+	+	+	+	+
C. hippocerpis (Schrank, 1803)	–	+	+	+	+
Сем. Lecanidae					
Lecane (Monostyla) scutata (Harring et Myers, 1926)	–	–	–	–	+
Lecane sp.	–	–	–	–	+
Сем. Epiphanidae					
Epiphanes macroura (Barrois et Daday, 1894)	–	–	–	–	+
Сем. Euchlanidae Ehrenberg, 1838					
Euchlanis triquetra Ehrenberg, 1838	–	–	–	–	+
E. meneta Myers, 1930	–	–	–	–	+

E. dilatata Ehrenberg, 1832	–	+	+	+	+
E. lucksiana Hauer, 1930	–	–	–	–	+**
Сем. Brachionidae Ehrenberg, 1838					
Platyias quadricornis (Ehrenberg, 1838)	+	–	–	–	–
Notholca sp.	–	–	–	–	+
Brachionus calyciflorus spinosus Pallas, 1766	+	+	+	+	+
B. angularis Gosse, 1851	–	+	–	+	–
B. diversicornis (Daday, 1883)	–	–	–	–	+**
Keratella cochlearis (Gosse, 1851)	+	+	+	+	+
K. quadrata (Müller, 1786)	–	+	+	+	+
K .hiemalis Carlin, 1943	–	+	–	–	–
Kellicottia longispina (Kellicott, 1879)	+	+	+	+	+
Anuraeopsis fissa (Gosse, 1851)	–	+	–	–	–
Сем. Colurellidae Wesenberg-Lund					
Squatinella sp.	–	–	–	–	+
Lepadella sp.	–	–	–	–	+
Сем. Mytilinidae Harring, 1913					
Mytilina mucronata (Müller, 1773)	–	+	–	–	+
Trichotria truncata (Whitelegge, 1889)	–	–	–	–	+
Сем. Asplanchidae					
Asplanchna priodonta Gosse, 1850	+	+	+	+	+
A. herricki Guerne, 1888	+	+	–	–	+
Сем. Notommatidae					
Notommata aurita (Müller, 1786)	–	–	–	–	+
Cephalodella ventripes (Dixon-Nuttall, 1901)	–	–	–	–	+**
Сем. Trichocercidae Harring, 1913					
Trichocerca tennior (Gosse, 1886)	–	+	–	–	–
T. porcellus (Gosse, 1886)	–	+	–	–	–
T. rousseleti (Voigt, 1902)	–	+	–	–	–
T. elongata (Gosse, 1886)	–	+	–	–	–
T. similis (Wierzejski, 1893)	–	+	–	–	–
T. musculus (Hauer, 1936)	–	+	–	–	–
T. capucina (Wierzejski et Zacharias), 1893	–	+	–	+	–
T. brachyura (Gosse, 1851)	–	–	–	–	+
T. (s. str.) cylindrica (Imhof,1891)	–	+	–	+	+
Сем. Synchaetidae Hudson and Gosse, 1886					

Polyarthra vulgaris Carlin, 1943	+	–	–	+	+
P. longiremis Carlin, 1943	–	+	–	–	–
P. luminosa Kutikova, 1962	–	+	–	+	+
P. major Burckhardt, 1900	–	+	–	–	+**
P. minor Voigt, 1904	–	–	–	–	+**
P. dolichoptera Idelson, 1925	–	+	+	+	–
P. euryptera Wierzejski, 1891	–	+	–	–	–
P. remata Skorikov, 1896	–	+	–	–	–
Сем. Gastropodidae					
*Gastropus stylife*r Imhof, 1891	–	+	–	–	–
Postclausa minor (Rousselet, 1892)	–	+	–	–	–
Ascomorpha ecaudis Perty, 1850	–	+	–	–	–
A. saltans Bartsh, 1870	–	+	–	–	–
A. minima Hofsten, 1909	–	+	–	–	–
Chromogaster ovalis (Bergendal, 1892)	–	+	–	–	–
Сем. Synchaetidae Hudson and Gosse					
Synchaeta tremula (Müller, 1786)	–	+	–	–	–
S. grandis Zacharias, 1893	–	+	–	–	–
S. oblonga Ehrenberg, 1831	–	+	–	–	–
S. stylata Werzejski, 1893	–	+	–	–	–
S. kitina Rousselet, 1902	–	+	–	–	–
S. pectinata Ehrenberg, 1832	–	+	–	+	+**
Synchaeta sp.	–	–	–	–	+
Bipalpus hudsoni (Imhof, 1891)	–	+	+	+	+
Ploesoma truncatum (Levander, 1894)	–	+	–	–	–
Тип Arthropoda Siebold					
Класс Crustacea Pennat, 1777					
Сем. Sididae Baird, 1850					
Sida crystallina crystallina (O.F. Müller, 1776)	+	+		+	+
Limnosida frontosa Sars, 1862	+	+	+	+	+
Diaphanosoma brachyurum Lievin, 1848	+	+	+	+	+
D. orghidani Negrea, 1982	–	–	–	–	+
Сем. Daphniidae Straus, 1820					
Daphnia cucullata Sars, 1862	+	+	+	+	+
D. longispina O.F. Müller, 1785	+	+	+	+	+
D. cristata Sars, 1862	+	+	+	+	+

D. longiremis Sars, 1862	–	+	+	+	+
D. pulex Leydig, 1860	+	–	–	–	–
D. hyalina Leydig, 1860	+	–	–	–	–
D. galeata Sars, 1864	–	–	–	–	+
Ceriodaphnia reticulata (Jurine, 1820)	+	–	–	–	–
C. pulchella Sars, 1862	+	–	+	–	–
C. quadrangula (O.F. Müller, 1785)	+	+	–	+	+
C. rotunda Sars, 1862	+	–	–	–	–
C. laticaudata O.F. Müller, 1867	+	–	–	–	+
Simocephalus vetulus (O.F. Müller, 1776)	–	–	–	–	+
Scapholeberis mucronata (O.F. Müller, 1776)	+	–	–	–	–
Сем. Bosminidae Sars, 1865					
Bosmina (Eubosmina) cf. kessleri Uljanin, 1874	–	+	+	–	–
B. (E.) cf. longispina Leydig, 1860	–	+	+	–	+
B. (E.) cf. coregoni Baird, 1857	+	–	+	+	+
B. (E.) cf. gibbera (Schoedler, 1863)	+	+	–	+	–
B. (Bosmina) longirostris (O. F. Müller, 1785)	+	+	+	+	+
Сем. Macrothricidae Norman et Brady, 1867					
Macrothrix laticornis (Jurine, 1820)	+	–	–	–	–
Lathonura rectirostris (O. F. Müller, 1785)	+	–	–	–	–
Сем. Chydoridae Dybowski et Grochowski, 1894					
Monospilus dispar Sars, 1862	+	–	–	–	–
Graptoleberis testudinaria (Fischer, 1851)	+	–	–	–	+
Alonopsis elongatus Sars, 1862	–	+	–	–	+
Acroperus harpae (Baird, 1834)	+	–	–	+	+
Alona affinis (Leydig, 1860)	+	+	+	+	+
A. costata Sars, 1862	+	–	–	–	+
A. rectangula Sars, 1862	+	–	–	–	–
A. quadranqularis (O.F. Müller, 1785)	+	+	+	+	–
Camptocercus lilljeborgi Schoedler, 1862	+	–	–	–	–
C. rectirostris Schoedler, 1862	+	+	–	+	–
Kurzia latissima (Kurz, 1875)	–	–	–	–	+
Disparalona rostrata (Koch, 1841)	+	+	–	+	+
Pleuroxus trigonellus (O. F. Müller, 1785)	+	+	–	–	–
P. uncinatus Baird, 1850	+	+	–	+	–
P. aduncus (Jurine, 1820)	+	–	–	+	–

P. truncatus (O.F. Müller, 1785)	–	+	–	–	–
Picripleuroxus striatus (Schoedler, 1863)	+	–	–	–	–
P. laevis (Sars, 1862)	+	–	–	–	–
Chydorus sphaericus (O.F. Müller, 1785)	+	+	+	+	+
C. ovalis Kurz, 1875	–	–	–	+	–
Pseudochydorus globosus (Baird, 1843)	+	–	–	–	–
Alonella excisa (Fischer, 1854)	+	–	–	–	–
Сем. Eurycercidae Kurz, 1875					
Eurycercus lamellatus (O.F. Müller, 1776)	+	+	–	+	–
Сем. Cercopagidae Mordukhai-Boltovskoi, 1968					
Bythotrephes longimanus Leydig, 1860	+	+	+	–	+
B. brevimanus Lillgeborg, 1901	–	–	–	–	+
Сем. Polyphemidae Baird, 1845					
Polyphemus pediculus (Linnaeus, 1761)	–	–	–	–	+
Сем. Leptodoridae Lilljeborg, 1861					
Leptodora kindtii (Focke, 1844)	+	+	+	+	+
Сем. Diaptomidae G.O. Sars, 1903					
Arctodiaptomus laticeps (Sars, 1863)	+	+	–	–	–
Eudiaptomus gracilis (Sars, 1863)	+	+	+	+	+
E. graciloides (Lillgeborg, 1888)	+	+	–	+	+
Сем. Temoridae Sars, 1902					
Heterocope appendiculata (Sars, 1863)	+	+	+	+	+
Сем. Cyclopidae					
Macrocyclops fuscus (Jurine, 1820)	–	–	–	–	+
M .albidus (Jurine, 1820)	–	+	–	+	–
Eucyclops speratus (Lilljeborg, 1901)	–	–	–	–	+
E. serrulatus (Fischer, 1851)	–	–	+	+	+
E. macrurus (Sars, 1863)	–	+	–	–	+
Paracyclops affinis (Sars, 1863)	–	+	–	–	+
P. fimbriatus (Fischer, 1853)	–	+	–	–	+
Ectocyclops phaleratus Koch, 1838	–	–	–	–	+
Cyclops strenuus Fischer, 1851	–	+	+	+	+
C. scutifer Sars, 1863	–	–	+	+	+
C. lacustris Sars, 1863	–	–	–	–	+
C. kolensis Lilljeborg, 1901	–	+	+	–	+
C. vicinus Uljanin, 1875	+	+	+	+	+

Megacyclops viridis (Jurine, 1820)	+	+	+	+	+
Acantocyclops vernalis (Fischer, 1853)	+	+	–	–	+
Diacyclops bicuspidatus (Claus, 1857)	–	+	–	–	+
D. bisetosus (Rehberg, 1880)	–	+	–	–	–
Mesocyclops leuckarti (Claus, 1857)	+	+	+	+	+
Thermocyclops oithonoides (Sars, 1863)	–	+	+	+	+
T. crassus (Fischer, 1853)	–	+	+	+	+
Cryptocyclops bicolor Sars, 1863	–	–	–	–	+
Microcyclops varicans (Sars, 1863)	–	–	–	–	+
Общее число видов Rotifera	68				
Общее число видов Cladocera	52				
Общее число видов Copepoda	26				
Общее число видов	146				

Условные обозначения. * - 1960-е гг. – (по: Пидгайко, 1969); 1970-е, 1980-е гг. – фонды Вологодского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ», (по: Литвин, 1978; Пихтова, 1983); 1990-е, 2000-е гг. – фонды Вологодского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ»; «+» – вид присутствует, «–» – вид отсутствует, ** – (по: Лазарева и др., 2013). Систематическое положение видов определено согласно «Определитель зоопланктона…, 2010».

Согласно исследованиям 1960-х годов, в том числе и в период залития водохранилища (1963-1964 г.г.) в пелагиали озера было обнаружено от 30 (Луферова, 1966) до 33 видов (Пидгайко, 1969). В прибрежной зоне было обнаружено до 37 видов ветвистоусых ракообразных (Смирнов, 1966).

Подробные исследования 1970-х годов позволили значительно расширить список видов зоопланктеров озера Белое и выявить его изменения после преобразования в водохранилище. В этот период разными авторами в составе зоопланктона водоёма обнаружено более 90 видов коловраток и ракообразных (Литвин, 1978; Николаев, 1981; Смирнова и др., 1981; Пихтова, 1983). Увеличение видового богатства было в основном связано с разнообразием коловраток, что характерно для первого периода формирования сообществ в водохранилищах. В связи с поднятием уровня воды и уменьшением степени зарастания озера, преимущественное развитие получили пелагические виды зоопланктеров. Эта тенденция сохраняется и в настоящее время.

В результате мониторинговых работ Вологодского отделения (лаборатории) ФГБНУ «ГосНИОРХ» за период с 1974 по 2015 гг. в озерной части Шекснинского водохранилища обнаружено порядка 100 видов коловраток и ракообразных. Зарегулирование стока и поднятие уровня воды на фоне морфометрических особенностей Белого озера, обусловило крайне низкую степень его зарастания. В связи со слабо выраженной зарослевой зоной, основу планктона водоема

составляют пелагические виды, фитофильные организмы развиваются, как правило, в устьях рек. По этой причине организмы этой экологической группы часто не регистрируются в гидробиологических пробах.

В последние годы помимо аборигенных в озере регистрируются виды-вселенцы, в частности, *Brachionus diversicornis* (Daday, 1883), *Diaphanosoma orghidani (*Negrea, 1982). Обогащение водоема новыми видами, в том числе и в составе планктона, напрямую связано с его включением в состав Волго-Балтийского водного пути.

Несмотря на значительную трансформацию экосистемы озера Белое при создании Шекснинского водохранилища и интенсивное антропогенное воздействие, по результатам многолетних наблюдений структура зоопланктона водоёма относительно стабильна. Основу доминирующего комплекса зоопланктона формирует небольшой набор видов – *Kellicottia longispina, Daphnia cucullata, Bosmina coregoni, Eudiaptomus gracilis* (табл. 2). В связи с особенностями морфометрии водоема, а именно невыраженностью литорали и низкой степенью зарастания, наиболее сформированными являются зоопланктоценозы открытой воды при доминировании в структуре зоопланктона ракообразных (Думнич, 2005).

Таблица 2 – **Виды-доминанты зоопланктона озера Белое в разные периоды исследований**

Период исследований	**Виды**
1931 г.*	***Daphnia cucullata, Bosmina coregoni, Eudiaptomus gracilis***
1950 г.**	***Daphnia cucullata, Bosmina coregoni, Eudiaptomu sgracilis***
1962 г.**	*Asplanchna priodonta,* ***Kellicottia longispina, Daphnia cucullata, Bosmina coregoni****, Limnosida frontosa,* ***Eudiaptomus gracilis****, Heterocope appendiculata,* ***Mesocyclops leuckarti***
1970-е гг.***	*Asplanchna priodonta,* ***Kellicottia longispina****,Conochilus hippocerpis, Limnosida frontosa, Daphnia longiremis,* ***D. cucullata, Bosmina coregoni****, B. longirostris,* ***Eudiaptomus gracilis****,* ***Mesocyclops leuckarti***
1980-е гг.***	виды рода Brachionus, *Chydorus sphaericus,* ***Eudiaptomus gracilis****, Thermocyclops oithonoides*
1990-е гг.***	***Kellicottia longispina****,* ***Daphnia cucullata****,* ***Bosmina coregoni****, Limnosida frontosa,* ***Eudiaptomus gracilis****,* ***Mesocyclops leuckarti***
2000-е гг.***	***Kellicottia longispina****, Keratella cochlearis,* ***Daphnia galeata, Eudiaptomus gracilis,*** ***Mesocyclops leuckarti***, с 2012 г. –Conochilu ssp.

Примечание:
* – (по Грезе, 1932),
** – фондовые материалы ФГБНУ «ГосНИОРХ»,
*** – фондовые материалы Вологодского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ»;
темным цветом выделены общие для выделенных периодов исследования виды.

Сравнительный анализ численности и биомассы зоопланктона озера Белое по данным мониторинговых исследований (1974-2015 гг.) позволил выявить

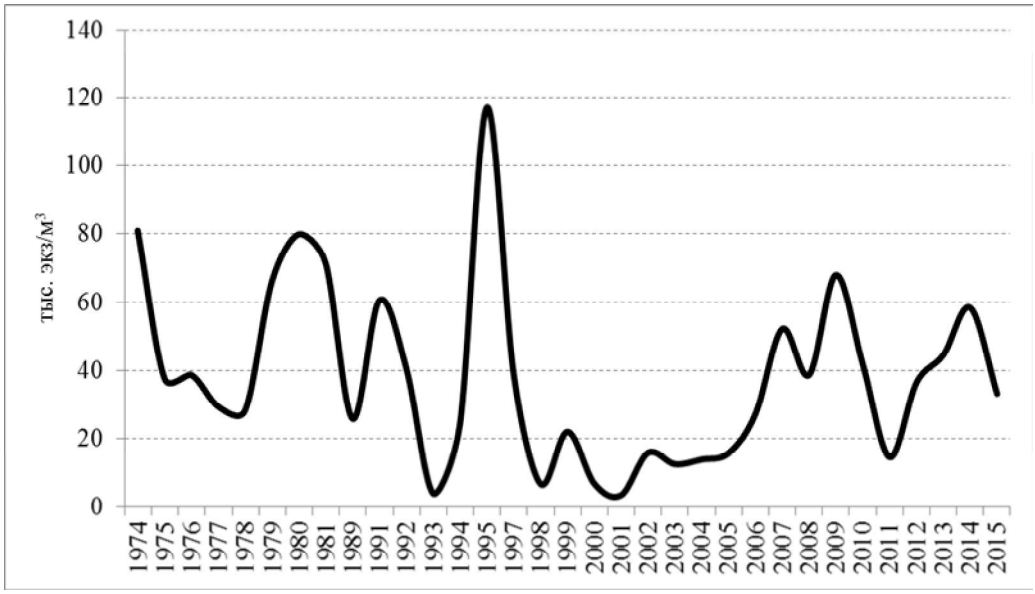
некоторые изменения в соотношении основных групп организмов (табл. 3). В 1970-е годы по численности доминировали коловратки (49%) за счет массового развития мелких представителей семейства Brachionidae и тепловодных видов рода Conochilus, а также веслоногие ракообразные (39%) за счет *Eudiaptomus gracilis* и *Mesocyclops leuckarti*. Высокая биомасса помимо циклопов была характерна также и для ветвистоусых рачков, в частности, *Daphnia cucullata* и *Bosmina coregoni*. В 1980-е гг. в составе зоопланктона повышается доля копепод (51% общей численности) и кладоцер (25%). Как и в предыдущее десятилетие основу биомассы составляют ракообразные. Некоторое увеличение доли коловраток по биомассе (до 18%) было связано с массовым развитием колониальных организмов рода Conochilus и крупной *Asplanchna priodonta*. В дальнейшем для водоёма отмечается увеличение плотности коловраток (табл. 3), среди которых массово развивались мелкие формы (*Kellicottia longispina, Keratella cochlearis*). При этом основу численности по-прежнему составляют ракообразные. К 1990-м годам доля коловраток по биомассе снизилась в 2 раза (до 9%), что связано с преобладанием в этой группе мелких видов. В 2000-е гг. в структуре зоопланктона наблюдается некоторое снижение доли в общей численности коловраток по численности до 23% и заметное увеличение веслоногих ракообразных с 33% до 51%. При этом соотношение основных групп зоопланктеров близко к таковому в 1980-е г.г. (табл. 3).

Таблица 3 – **Доля (%) в общих численности и биомассе основных групп зоопланктона озера Белого в разные периоды**

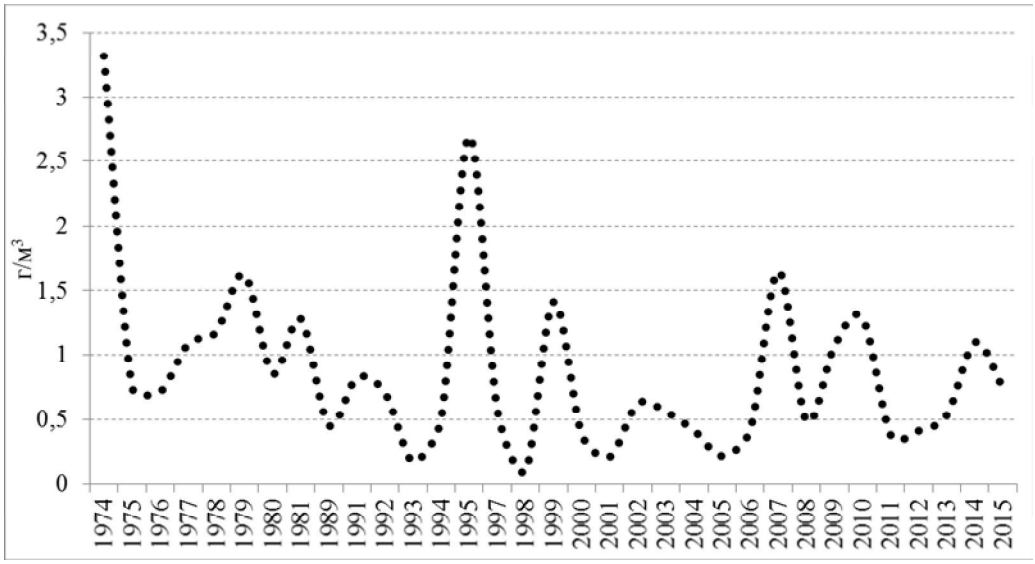
Группа организмов	**Период исследований, годы**			
	1970-е	**1980-е**	**1990-е**	**2000-е**
Rotifera	49 9	24 18	38 9	23 8
Cladocera	12 45	25 39	29 42	26 46
Copepoda	39 46	51 43	33 49	51 46

Примечание: выше черты – доля в общей численности, ниже – доля в общей биомассе

Анализ средних численности и биомассы зоопланктона озера Белое в осенний период с 1970-х годов по настоящее время позволил выявить заметные колебания величин этих характеристик в отдельные годы (рис. 1).



А



Б

Рисунок 1 – **Многолетняя динамика численности (А) и биомассы (Б) зоопланктона озера Белого в осенний период** (данные Вологодского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ», 1975, 1976 гг. – Смирнова и др., 1981)

Так, средняя численность осеннего зоопланктона варьировала от 3 тыс. экз./м^3 (2001 г.) до 117 тыс.экз/м^3 (1995 г.). Увеличение общей плотности связано преимущественно с ростом численности веслоногих рачков. Также достаточно высокая средняя численность зоопланктона отмечалась в 1974 г. при доминировании кладоцер (*Bosmina coregoni,* виды рода Daphnia) и копепод (*Mesocyclops leuckarti*) и в 1981 г. когда помимо *Mesocyclops leuckarti* высокой плотностью характеризовался *Eudiaptomus gracilis*. Динамика биомассы зоопланктона имеет сходную картину, что связано с доминированием в составе сообщества ракообразных. В осенний период 1995 г. средняя биомасса зоопланктона достигала 2,7 г/м^3, в 1974 г. – 3,3 г/м^3 (рис. 1Б). При этом состав доминирующих видов в указанные годы был сходен (*Bosmina coregoni,* виды рода Daphnia, *Mesocyclops leuckarti*).

В целом, зоопланктон озерной части Шекснинского водохранилища характеризуется стабильностью своей структуры. Наиболее часто в составе сообщества встречаются пелагические виды ракообразных и коловраток, зарослевые организмы распространены в основном лишь в узкой прибрежной полосе водоёма и устьях рек. В состав доминирующего комплекса зоопланктона на протяжении последних десятилетий входит постоянный набор видов. Именно колебания численности и биомассы организмов-доминантов определяют многолетнюю динамику общих численности и биомассы зоопланктона Белого озера.

Литература

Александрова Д.Н., Дружинин Г.В. Анализ естественных и антропогенных изменений на фоне внутривековой изменчивости цикла увлажнения // Антропогенное влияние на крупные озера Северо-Запада СССР. Часть II. Гидробиология и донные отложения озера Белого. Л.: Наука, 1981. С. 232–241.

Арнольд И.Н. Материалы по описанию рыболовства на Белом озере // Изв. Отд. Прикл. Ихтиологии и Науч.-Промысловых Исследований. Л., 1925. Т. III, вып. 1. С. 5–25.

Грезе Б.С. Материалы по гидрологии и гидробиологии Белоозера по 1931 год. Отчет о НИР / ФГБНУ «ГосНИОРХ». Л., 1932. 56 с.

Думнич Н.В. Формирование зоопланктонного сообщества крупных озер Вологодской области под влиянием природных и антропогенных факторов // Экологическое состояние континентальных водоемов северных территорий. СПб: Наука, ВВМ, 2005. С. 121–128.

Думнич Н.В., Крылов А.В. Зоопланктон // Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища. Ярославль, 2002. С. 120–146.

Лазарева В.И., Столбунова В.Н., Минеева Н.М., Жданова С.М. Особенности структуры и пространственное распределение планктона в Шекснинском водохранилище // Биол. внутр. вод. 2013, №3. С. 46–55.

Линко А.К. Cladocera Белоозера и некоторых других с ним соседних // Изв. Никольского рыбзавода. 1903, №7. С. 66–78.

Литвин А.И. О зоопланктоне Череповецкого водохранилища // Биологические ресурсы водоемов Вологодской области, их охрана и рациональное использование: Тезисы к науч.-практ. конф. Вологда, 1978. С. 29–31.

Луферова Л.А. Формирование зоопланктона Череповецкого водохранилища // Планктон и бентос внутренних водоемов. Тр. ИБВВ АН СССР. Вып. 12 (15). М.-Л.: Наука, 1966. С. 68–74.

Николаев И.И. Микрозоопланктон // Антропогенное влияние на крупные озера Северо-Запада СССР. Л.: Наука, 1981. Ч. 2. Гидробиология и донные отложения озера Белого. С. 65-76.

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 495 с.

Пидгайко М.Л. Зоопланктон Белого озера в связи с рыбохозяйственным значением водоема // Вопросы рыбного хозяйства на внутренних водоемах СССР. Изв. ГосНИОРХ. Т. 65. Л., 1969. С. 111–120.

Пихтова Т.С. Количественная оценка трофических связей между зоопланктоном и рыбами планктофагами в большом мелководном водоеме Северо-Запада СССР (на примере оз. Белого): Автореф. дис. … канд. биол. наук. Л., 1983. 29 с.

Смирнов Н.Н. Прибрежные ветвистоусые ракобразные Череповецкого водохранилища // Планктон и бентос внутренних водоемов. Тр. ИБВВ АН СССР. Вып. 12 (15). М.-Л.: Наука, 1966. С. 145–150.

Смирнова Т.С., Ривьер И.К., Пихтова Т.С. Зоопланктон // Антропогенное влияние на крупные озера Северо-Запада СССР. Л.: Наука, 1981. Ч. 2. Гидробиология и донные отложения озера Белого. С. 77–99.

ABSTRACT. The article presents data oncomposition, dominants, dynamic amount and biomass of zooplankton of Beloe Lake (Vologda Region) in various years.

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ СОХРАНЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ РЫБ В УСЛОВИЯХ ХОЛОДНОВОДНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ КАРЕЛИИ

Н.В. Евсеева
Петрозаводский государственный университет, evseevanv@gmail.com

Огромный водный фонд, уникальность озерно-речных систем, значительная протяженность нерестовых рек, обилие видового состава и качественное богатство ихтиофауны создают широкие возможности для развития в регионе различных направлений рыбного хозяйства (промысла, воспроизводства, аквакультуры). В морских и пресных водах Карелии обитает 63 представителя ихтиофауны, среди которых около половины имеют промысловое значение. В настоящее время основу рыбного хозяйства Карелии составляет промысел рыбы и добыча морепродуктов, аквакультура и пастбищное рыбоводство, базирующееся в основном на воспроизводстве ценных видов рыб .

Аквакультура в Карелии представлена садковым рыбоводством, развивающимся в основном на пресных водах. На сегодняшний момент Карелия является лидером в нашей стране по развитию садковой аквакультуры – в республике выращивается треть всей радужной форели России. Сейчас насчитывается более 50 хозяйств, занимающихся выращиванием товарной рыбы, главным образом радужной форели (*Parasalmo mykiss* Wal.). Пробуют рыбоводы выращивать палию (*Salvelinus lepechini* Gm.), сига (*Coregonus lavaretus* L.), сибирского осетра (*Acipenser baeri* Br.), стерлядь (*Acipenser ruthenus* L.) и некоторые другие виды рыб. В перспективе экологическая емкость внутренних водоемов Карелии позволяет увеличить объемы производства рыбной продукции в садках до 25-30 тыс. тонн. Эта цифра могла бы быть выше, поскольку в Карелии насчитывается более 60 тыс. озер, однако, по подсчетам специалистов, только около 100 водоемов пригодны для успешного выращивания радужной форели. Лососевые рыбы, в том числе и радужная форель, наиболее требовательны к абиотическим и биотическим факторам среды обитания.

Из всех направлений рыбного хозяйства аквакультура является самым быстрорастущим сектором сферы производства продуктов питания. Применение индустриальной технологии выращивания форели с использованием высококачественных специализированных кормов, отработка оптимального режима кормления рыб позволили хозяйствам получать товарную продукцию со средним весом 1,5-3,0 кг за два года выращивания. Это облегчает её сбыт и позволяет при желании изготавливать из неё деликатесную продукцию повышенного спроса. Одним из факторов, сдерживающих ее развитие, являются болезни различной этиологии (Рыжков, Нечаева, Евсеева, 2008). Количество заболеваний растет

пропорционально объёму выращиваемых рыб и уровню интенсификации производства. Потери рыбной продукции при этом могут достигать значительных величин. Подсчитано, что при искусственном выращивании прямой ущерб только от гибели заболевших рыб может достигать 25–30% от общего объема полученной продукции. Для некоторых болезней эта цифра может быть значительно выше.

Среди биологических факторов, определяющих успех рыбоводного бизнеса, важное место отводится ихтиопатологическому мониторингу эксплуатируемых хозяйств. Нарушение равновесного состояния в системе «паразит–хозяин» при неблагоприятных для хозяина условиях, приводит, как правило, к увеличению численности возбудителей и к возникновению заболеваний. Особенно это актуально для садковых товарных хозяйств, расположенных на крупных северных водоемах и имеющих богатую ихтио- и паразитофауну. Главным путем распространения опасных возбудителей является завоз посадочного материала из рыбоводных питомников без надлежащего ветеринарного контроля. Отсутствие в республике достаточного числа питомников по инкубации икры и выращиванию мальков вынуждало предпринимателей закупать посадочный материал за границами Карелии. Основным поставщиком мальков для товарного выращивания долгое время была финская холдинговая компания Savon Taimen с дочерними предприятиями. Кроме этого, мальки закупались в Мурманской обл., реже в Ленинградской и Архангельской областях. В последнее время география регионов-доноров расширилась за счет закупки мальков в южных областях России - в Краснодарском крае (Адлер) и в Северной Осетии (Алания), мальков из Дании и икры в Великобритании, Дании и США, Республики Беларусь. В связи с этим вероятность завоза чужеродных видов паразитов и болезнетворных микроорганизмов с каждым годом возрастает.

Ветеринарные требования на ввозимую рыбу разработаны согласно документам Международного эпизоотического бюро (МЭБ) – межправительственной организацией по охране здоровья животных и Нормативами Европейского Союза по заболеваниям рыб. Для каждого региона имеется перечень возбудителей опасных и особо опасных (декларируемых) болезней рыб. Дополнительно существует список болезней, взятых под контроль в рамках сотрудничества между Россией и Финляндией и список карантинных заболеваний. Из категории особо опасных болезней лососевых у культивируемых рыб Карелии отмечено четыре. В первую очередь три вирусных заболевания — инфекционный некроз гемопоэтической ткани (IHN), инфекционный некроз поджелудочной железы (IPN), вирусная геморрагическая септицемия (VHS) и инвазионное заболевание гиродактилез, вызываемый паразитом *Gyrodactylus salaris*. Вирусные болезни — наиболее эпизоотически значимые заболевания из инфекционных болезней, поражающих радужную форель в аквакультуре. Гибель рыб отмечается, как правило, сразу после завоза в хозяйство, но иногда болезнь проявлялась только на следующий год. Часть рыб, наиболее иммунно защищенных, становились вирусоносителями. Нарушение равновесного состояния в системе «паразит–хозяин»

в трансформированных условиях аквакультуры приводит, как правило, к увеличению численности возбудителей и к возникновению заболеваний. В связи с этим в течение 2007-2016 гг. осуществлялись научно-исследовательские работы по оценке эпизоотического состояния культивируемой радужной форели в рыбоводных хозяйствах Карелии с целью своевременного выявления заболеваний и их возбудителей, а также факторов, способствующих их развитию.

В 2007-2008 гг. из финских питомников в Карелию был ввезен опасный паразит *Gyrodactylus salaris*, характеризующийся высокой патогенностью и численностью, что повлекло за собой смертность рыбы во многих товарных хозяйствах. По результатам проведенного мониторинга по гиродактилезу было выявлено, что через год с момента первого обнаружения заболевания паразит отмечался в 11 хозяйствах из 15 обследованных. (Евсеева, 2009, Евсеева и др., 2009). В настоящий момент численность паразита не достигает высоких значений, но опасность вспышек гиродактилеза остается в ряде хозяйств. В условиях высокой индустриализации рыбоводства и снижения иммунного статуса хозяина наблюдается повышение патогенности некоторых паразитов. В 2009 г. одновременно в нескольких садковых хозяйствах была зарегистрирована гибель годовиков радужной форели, причиной которой стали личинки цестоды *Diphyllobothrium dendriticum*. Плероцеркоиды локализовались в сердце рыб, вызывая закупорку атриовентрикулярного отверстия и нарушая кровоток, либо прорывали стенку предсердия. Исходя из биологии возбудителя, особенностей жизненного цикла и сроков прохождения им отдельных стадий развития, явствовало, что заражение радужной форели процеркоидами *D. dendriticum* произошло еще в финских питомниках. Смертность от заболевания составляла от 15 до 30% в зависимости от размера и возраста рыб (Евсеева, Хлунов, 2008).

При садковом способе выращивания рыб в естественных водоемах существует реальная возможность перехода ряда паразитических организмов с местных рыб на объекты аквакультуры. Это и простейшие, и паразиты со сложным жизненным циклом. В последние годы отмечается повышение численности жаберной моногенеи *Discocotyle sagittata* в хозяйствах, располагающихся на водоемах с богатой фауной местных сиговых рыб – основных носителей инвазии. Степень заражения форели дискокотиллёзом пока не достигает эпизоотически значимого уровня, однако у двухлеток регистрируются особи с количеством паразитов, превышающих 150 экз. на рыбу при 100% зараженности. Паразит вызывает анемию лососевых рыб и снижает их упитанность. Если в прошлые годы возбудитель отмечался только в крупных хозяйствах, располагающихся на водоемах с богатой фауной сиговых рыб – основных носителей инвазии, то в 2013 г. выявлены случаи заражения форели в мелких эвтрофных водоемах (Евсеева, 2013).Фауна простейших, регистрируемых при обследовании форелевых хозяйств, представлена жгутиконосцем *Ichthyobodo necatrix*, инфузориями *Ichthyophthirius multifiliis*, *Apiosoma piscicolum* и *Capriniana piscium*. Из других паразитов отмечена незначительная зараженность выращиваемой форели

плероцеркоидами *Triaenophorus nodulosus* и *T. crassus*, а также метацеркариями диплостомид. В последнее время увеличилась численность паразитических образных - копепод *Ergasilus sieboldi* и *Caligus lacustris* в крупных водоемах и *Argulus foliaceus* в небольших эвтрофных водоемах. В текущем году на коже у мальков форели, выращиваемых в садках в Ладожском озере, впервые выявлен паразит *Dermocystidium sp.*

Из бактериальных болезней на данный момент наиболее значимым заболеванием является йерсиниоз (EMD), вызываемый бактерией *Yersinia ruckeri*. Это связано с приобретением посадочного материала в Финляндии и Дании, где этот возбудитель имеет широкое распространение и высокракоую патогенность. Кроме особо опасных заболеваний, выращиваемая рыба болеет целым рядом других болезней, среди которых наибольшее значение имеют миксобактериозы (возбудители *Flavobacterium psychrophylum* в холодное время года и *Flexibacterium columnaris* в летний сезон). Эти заболевания отличаются большим разнообразием форм. Возникновение этих болезней связано, как правило, с проведением различных рыбоводных мероприятий и вызываемый ими, вследствие этого, хендлинг-стресс.

Самым значительным экологическим явлением при разведении рыб в аквакультуре является загрязнение воды питательными веществами, т.е. эвтрофирование. Повышение фона органики ведет к увеличению численности бактерий и грибов, среди которых есть патогенные, условно-патогенные и сапрофитные формы. Это увеличивает возможность возникновения различных заболеваний инфекционной природы.

Из незаразных заболеваний в последнее время наиболее значимыми были токсикозы, связанные с ухудшением качества воды из-за "цветения" водоемов, и алиментарные токсикозы, вызываемые токсинами плесневых грибов, содержащихся в зерновом сырье рыбных кормов. "Цветение" воды связано с теплым маловодными годами и обусловлено массовым развитием в водоеме цианобактерий. Алиментарные токсикозы были связаны с присутствием в кормах продуктов жизнедеятельности плесневых грибов - трихотеценовых микотоксинов. Токсины оказывают прямое воздействие на кровь – лизис и снижение количества эритроцитов и лейкоцитов, а также общее иммунодепрессивное действие.

К сожалению, ветеринарный надзор за ввозимой и выращиваемой рыбой в Карелии не достаточно эффективен, что отражается на общей неблагополучной эпизоотической ситуации в аквакультуре. Межрегиональные перевозки остаются главным путем распространения опасных возбудителей болезней. Лечение рыб в современных садковых хозяйствах проблематично, поскольку старые методы не приемлемы для крупных садковых товарных хозяйств, и терапия сводится к введению лекарственных препаратов в корм. Использование вакцинации как наиболее современного способа профилактики опасных болезней сдерживается отсутствием в России своих вакцин, а зарубежные препараты не сертифицированы на нашем рынке. Кроме того, лечение заболеваний возможно только при правильной и быстрой идентификации возбудителя. Отсутствие в Республике Карелия

современных высокотехнологичных диагностических лабораторий вынуждает обращаться к специалистам Москвы, Санкт-Петербурга, Владимира и не позволяет своевременно проводить лечебные мероприятия. Это ведет к дополнительным потерям рыбной продукции.

Для успешного ведения рыбоводного бизнеса в Республике Карелия в целях решения кадровой проблемы с 1996 г. на агротехническом факультете Петрозаводского университета ведется подготовка специалистов по специальности «Водные биоресурсы и аквакультура». Овладение студентами гуманитарными, социально-экономическими, естественно-научными и общепрофессиональными дисциплинами будет способствовать проведению мер по сохранению здоровья культивируемых рыб в аквакультуре Карелии.

- Осуществление постоянного ихтиопатологического контроля выращиваемой рыбы в течение всего периода выращивания.
- Проведение ветеринарного контроля перевозок живой рыбы с целью охраны рыбохозяйственных водоемов от завоза возбудителей опасных болезней рыб.
- Тщательный подбор водоемов по биологическим и эпизоотическим нормативам, используемых для товарного выращивания лососевых рыб.
- Оперативная диагностика возбудителей вирусных и бактериальных болезней с применением высокотехнологичных молекулярно-генетических методов исследования.
- Совершенствование методов лечения рыб с использованием вакцинации как наиболее современного способа профилактики опасных болезней.
- Экологический мониторинг акватории рыбоводного хозяйства.

Литература

Евсеева Н.В. Ихтиопатологические исследования в форелевых хозяйствах Карелии "Пробл. воспр., кормления и борьбы с болезнями рыб при выращ. в искусств. услов." Матер. научн. конф. Петрозаводск, 2002. С. 134-138.

Евсеева Н.В. Состояние и перспективы ихтиопатологических исследований в аквакультуре Карелии. Садковое рыбоводство. Матер. Научн. конф. Петрозаводск, 2008. С. 68-71.

Евсеева Н.В. Распространение моногенеи *Gyrodactylus salaris* в садковой аквакультуре Карелии. Материалы XXVIII Междун. научн. конфер. «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера», Петрозаводск, 2009. С.206-209.

Евсеева Н.В., Барская Ю.Ю., Лебедева Д.И. Первый случай гиродактилёза радужной форели в аквакультуре Карелии // Сб. научн. труд. ФГНУ ГосНИОРХ, С-Пб. Вып.308. 2009.С. 71-76.

Евсеева Н.В., Хлунов О.В. Нетипичная локализация плероцеркоидов *Diphyllobothrium dendriticum* в сердце радужной форели как причина смертности рыб // "Биоразнообразие и экология паразитов наземных и водных ценозов". Материалы

межнунар. научн. конфер., посвящ. 130-летию со дня рожд. К.И.Скрябина, М., 2008. С.115-118.

Евсеева Н.В. Паразитические моногенеи рр. *Gyrodactylus* и *Discocotyle* - возбудители заболеваний рыб в садковой аквакультуре Карелии // Материалы конференции «Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов европейского Севера», Мурманск, Изд. ПИНРО, 2013. С. 58-65.

Рыжков Л.П. Нечаева Т.А., Евсеева Н.В. Садковое рыбоводство – проблемы здоровья рыб. Петрозаводск, Изд. ПетрГУ. 2007. 120 с.

ABSTRACT. As a result of a long-term ichthyopatological research in Karelian fish farms we have exposed several major factors that lead to the decrease of fish production which is caused by diseases of different kind. We have brought out certain recommendations for diagnosis, prophylaxis and treatment of fish.

ОПЫТ РАБОТЫ ПО ИСКУССТВЕННОМУ ВОСПРОИЗВОДСТВУ СИБИРСКОГО ХАРИУСА НА РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДАХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

О.И. Журавлев, В.А. Петерфельд
Байкальский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», Улан-Удэ, bf-grc@yandex.ru

В связи с увеличением антропогенного влияния (браконьерский лов, сокращение площадей нерестилищ из-за рубок леса, освоения месторождений золота, прокладки газонефтетрубопроводов и т. д.) уменьшаются запасы ценных видов рыб бассейна р. Ангара.

Воспроизводством хариуса на территории Иркутской области в индустриальных, заводских условиях до настоящего времени не занимались. В 1960-х, 1980-х гг. внезаводским способом воспроизводили в основном черного хариуса на малых нерестовых речках, впадающих в оз. Байкал, в небольших объемах.

Целью проводимых рыбоводных работ являлось разработка биотехники искусственного воспроизводства сибирского хариуса комбинированным способом (индустриальное, прудовое рыбоводство) на территории Иркутской области для ООО «Байкальская рыба» на производственных мощностях Бурдугузского, Бельского рыбоводных заводах.

Работы проводились с начала мая 2014 г. по конец июня 2014 г.

Для реализации поставленной цели должны быть решены следующие задачи:

1. Отработка биотехники искусственного воспроизводства сибирского хариуса комбинированным способом:

1) отлов и выдерживание производителей;

2) инкубация икры в заводских условиях;

3) выдерживание предличинок в заводских условиях и переход на смешанное питание;

4) подращивание личинок, мальков комбинированным способом.

2. Отработка рыбоводных нормативов по биотехники искусственного воспроизводства сибирского хариуса комбинированным способом.

3. Выпуск молоди сибирского хариуса в бассейн р. Ангары с целью увеличения его численности в пределах естественного ареала.

Для рыбоводных целей было использовано 240 экз. самок и около 360 экз. самцов сибирского хариуса.

Было взято 935 тыс. шт. икринок хариуса. На двух заводах (Бурдугузский, Бельский) инкубировали 850 тыс. шт. икринок. Инкубация проходила на самодельных прямоугольных рамках, обтянутых москитной сеткой, которые были помещены в бассейны ИЦА-2 и в аппарат ИМ. Предличинок подращивали в бассейнах ИЦА-2 на живых (науплии артемии) и искусственных кормах (сухие

стартовые корма фирмы «Аллер Аква»). Личинок после нескольких дней подращивания в заводских условиях перевозили в пруд для дальнейшего выращивания жизнестойкой молоди. 24–26 июня 2014 г. молодь сибирского хариуса выпущена в р. Белая (приток Ангары) в количестве около 700 тыс. экз. навеской 0,5 г.

Результаты работ.

Отлов производителей сибирского хариуса осуществлялся в течение мая 2014 г. в бассейне р. Ангары (устье нерестовых рек Иркутского водохранилища, р. Ангара ниже нижнего бьефа Иркутской плотины, место впадения р. Белая в р. Ангара) ставными сетями и стационарными ловушками типа вентерь. Их выдерживали в бассейнах ИЦА-2, на Бурдугузском и Бельском рыбоводных заводах. Производители преимущественно были впервые нерестящиеся, 4–5-летнего возраста (рисунок 1).

Рисунок 1 — **Производители сибирского хариуса**

Икру брали отцеживанием, оплодотворение производили «сухим» способом. Качество спермы было высоким: тремя — четырьмя каплями молок одного самца можно было оплодотворить икру трех самок, но для увеличения доли оплодотворения сперму брали у максимального количества самцов с гонадами на V стадии зрелости. Главная проблема на этом этапе рыбоводных работ заключалась во взятии зрелых половых продуктов, т. к. одновременно созревала примерно треть производителей. Для лучшего созревания производителей температура воды должна быть в пределах 8–12 ^{o}C, что соответствует оптимальному

температурному режиму в естественных условиях (Тугарина, 1961). Это определяло поэтапное взятие икры.

Икру в количестве 300 тыс. шт. икринок на Бурдугузском рыбоводном заводе инкубировали на самодельных прямоугольных рамках, обтянутых москитной сеткой, помещенных в бассейны ИЦА-2, на Бельском рыбоводном заводе в количестве 550 тыс. шт. в аппарате ИМ.

На Бурдугузском заводе температура воды при инкубации была 5,5–14 ºС. Сначала вода, поступающая в цех из Иркутского водохранилища, не подогревалась, и ее температура равнялась естественной 5,5–9,5 ºС. Последние две недели инкубирования икры, для уменьшения времени инкубации и более быстрого развития икры, вода подогревалась в цехе специальным модулем до 11–14 ºС. Икра инкубировалась от 15 до 24 дней в зависимости от температуры воды. На Бельском рыбоводном заводе икра инкубировалась при температуре воды 9,5–15 ºС от 11 до 20 дней.

После выклева предличинок массой 11,5–12,0 мг рассаживали в бассейны ИЦА-2. Расход воды составлял 10–12 л/мин, температура воды 9,5–15,4 ^{o}C, содержание кислорода 7,2 мг/л. Предличинки, личинки содержались в бассейнах ИЦА-2. Через 3–4 дня после выклева предличинки перешли на смешанное питание. Затем через 3–4 дня желточный мешок полностью рассосался, и личинка перешла на внешнее питание. Кормление осуществлялось живыми кормами (науплии артемии) из расчета 50% от массы личинок. Суточную дозу вносили три раза в день (8, 14, 18 ч). Сухим стартовым кормом фирмы «Аллер Аква» кормили два раза в сутки (10, 20 ч) из расчета 1,8% от массы личинок, при температуре воды 10,5–14,5 ^{o}C (рисунок 2).

Рисунок 2 — **Подращивание личинок сибирского хариуса в бассейнах ИЦА-2**

Через несколько дней кормления, личинок партиями перевозили и отсаживали в выростной спускной пруд Бельского рыбоводного завода для подращивания до навески 0,5 г и последующего выпуска в бассейн р. Ангары (р. Белая). При температуре воды в пруду 13–17 ^{o}С личиночная стадия хариуса завершилась на 20-е сутки после выклева при длине 25 мм и массе 120–140 мг. Отход за время подращивания молоди в выростном пруду составил в среднем 10%. Молодь в пруду подращивали за счет естественной кормовой базы. Также личинок и мальков хариуса по всей площади пруда подкармливали сухим гранулированным кормом и науплиями артемии (рисунок 3).

Рисунок 3 — **Подращивание личинок сибирского хариуса в пруду**

Выпуск из пруда молоди хариуса в р. Белая в количестве около 700 тыс. экз. навеской 0,5 г был произведен 24–26 июня.

Выводы, рекомендации.

Для дальнейших работ с реофильными видами рыб (хариус, ленок, таймень) на Бурдугузском рыбоводном заводе необходимо:

- инкубацию икры проводить в инкубационном аппарате «Осетр», который очень хорошо себя зарекомендовал по предыдущим годам работы с хариусом и ленком (Отчет о НИР, 2000);
- установить в цеху дополнительно 4 бассейна ИЦА-2;

- оборудовать модуль-обогрев баком расширителем для подогрева воды в инкубационном аппарате и в бассейнах ИЦА-2 до температуры воды 10-14 ºС.

Для повышения результативности рыбоводных работ по искусственному воспроизводству сибирского хариуса комбинированным способом (индустриальное, прудовое рыбоводство) предлагаются следующие предварительные рыбоводные нормативы:

1. Плотность посадки производителей на один бассейн - 20-25 экз./м^3.
2. Отход производителей за время выдерживания - 5%.
3. Рабочая плодовитость самок - 4 тыс. шт. икринок.
4. Оплодотворяемость икры - 85-90%.
5. Отход за время инкубации - 10%.
6. Загрузка секции инкубатора «Осетр» - 30 тыс. шт. икринок.
7. Плотность посадки личинок в ИЦА-2 - 15 тыс. шт./м^3.
8. Выход личинок (заводской метод) – 85-90%.
9. Плотность посадки личинок при подращивании в прудах - 300 тыс. экз./га.
10. Выход молоди из прудов - 80%.
11. Масса мальков при выпуске - 0,5–1,0 г.

Литература

Тугарина П. Я. Хариусы Байкала. — Новосибирск: Наука, 1981. — 281 с.

Отчет о НИР: Сохранение популяции белого байкальского хариуса р. Селенги // Востсибрыбцентр (Журавлев О. И.) / Фонды Востсибрыбцентр. – Улан-Удэ, 2000. – 20 с.

ABSTRACT. At Burduguzskii and Belskii fisheries 935 thousand eggs were gotten. About 700 thousand young fish weighing 0.5 g were released into the river Angara basin in order to increase the number of population within its natural area.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПРОМЫСЛОВОГО ЗАПАСА КЕТЫ *ONCORHYNCHUS KETA* WALBAUM, 1792 БАССЕЙНА Р. ПАЛАНА (СЕВЕРО-ЗАПАД КАМЧАТКИ)

Л.О. Заварина
Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, zavarina.l.o@kamniro.ru

Одним из районов воспроизводства кеты *Oncorhynchus keta (Walbaum)* на азиатском побережье Тихого океана является Камчатка. Кета заходит на нерест практически во все реки восточного и западного побережий полуострова. Река Палана расположена на северо-западном побережье Камчатки в центральной части Тигильского района Камчатского края и входит в Западно-Камчатскую рыбопромысловую подзону. Вытекает из оз. Паланское и впадает в Охотское море. Длина реки достигает 141 км, площадь водосбора около 2500 км^2, коэффициент густоты речной сети 0,81, имеет 298 притоков (Ресурсы.., 1973).

Река Палана имеет важное рыбопромысловое значение. Здесь воспроизводятся все виды тихоокеанских лососей, но основными объектами промысла являются нерка, кета и горбуша.

Нерестилища кеты располагаются в основном русле р. Палана, притоках и в придаточной системе и лимнокренах на выходе грунтовых вод. Их площадь занимает около 16,2–19,2 га (архивные данные А.Г. Остроумов, 1992).

Кета является вторым по значимости, после нерки и горбуши, объектом промысла в данном водоеме. Ее доля от общего вылова лососей в период с 1991 по 2015 гг. составляет от 1 до 32 % (в среднем 15%). В свете этого мы предприняли анализ состояния стада и динамики численности кеты данного района Камчатки.

Материал по биологическим показателям кеты собран в р. Палана в 1996–2003, 2005–2015 гг. сотрудниками КамчатНИРО и Севвострыбвода. Размерно-массовые показатели и возраст определены у 3198 экз. кеты, плодовитость – у 1316 экз. самок. Биологический анализ проводили по общепринятой методике (Правдин, 1966). Для определения возраста брали чешую по методике Клаттера и Уайтсела (Clutter, Whitesel, 1956). Статистическая обработка проведена с использованием программы Microsoft Excel.

У производителей кеты бассейна р. Палана выявлено 5 возрастных групп (табл. 1). В нерестовых подходах доминировала кета основных возрастных групп 3+ и 4+. Их доля в среднем за 1996–2015 гг. составляла 45,2% (4,6–88,5%) и 49,2% (9,5–90,9%), соответственно. С 1996 по 1998 г. доминировали рыбы возраста 3+ (52–88,5%). В последующие годы (1999–2003 г.) рыбы этой возрастной группы преобладали в четные годы, а в нечетные доминировали особи возраста 4+. В 2005 г.

соотношение кеты возраста 3+ и 4+ было примерно на одном уровне с незначительным преобладанием последних (44,7 и 49,5%, соответственно). В дальнейшем особи возраста 3+ превалировали в 2007, 2010, 2011 и 2014 гг., а 4+ - в 2006, 2008 и 2009, 2012, 2013 и 2015 гг. Доля рыб возраста 2+ варьировала от 0,5 до 5,5%, составляя в среднем 1,8%. Относительная численность шестилетних особей (5+) изменялась от 1,3 до 9,5% (в среднем 4,9). В 2002 и в 2014 гг. в нерестовых подходах отмечено незначительное количество семилетних рыб (табл. 1).

Таблица 1 - **Возрастной состав (%) кеты р. Палана**

Год	Доля рыб разного возраста, %					Средний возраст, лет	N, экз.
	2+	3+	4+	5+	6+		
1996	5,5	60,0	26,7	7,8	–	3,37	90
1997	2,0	52,0	44,0	2,0	–	3,46	98
1998	0,6	88,5	9,6	1,3	–	3,12	156
1999	1,5	47,0	51,5	–	–	3,50	204
2000	–	62,1	34,7	3,2	–	3,41	285
2001	–	11,4	84,4	4,2	–	3,93	96
2002	–	80,0	9,5	9,5	1,0	3,32	95
2003	3,1	45,0	50,4	1,5	–	3,50	131
2004	–	–	–	–	–	–	–
2005	1,0	44,7	49,5	4,8	–	3,58	293
2006	0,7	37,0	60,9	1,4	–	3,63	297
2007	–	50,5	40,2	9,3	–	3,59	97
2008	–	25,8	72,1	2,1	–	3,76	240
2009	0,5	11,2	80,7	7,6	–	3,95	197
2010	–	55,1	36,7	8,2	–	3,53	49
2011	2,2	56,7	38,8	2,3	–	3,39	134
2012	–	27,6	66,3	6,1	–	3,79	196
2013	–	4,6	90,9	4,5	–	4,00	22
2014	–	55,3	35,6	8,8	0,3	3,54	295
2015	0,9	43,5	52,0	3,6	–	3,58	223

За исследуемый период возрастной состав кеты из р. Палана, претерпел весьма существенные изменения. Отмечено увеличение доли рыб старших возрастных групп 4+ и 5+ и появление особей возраста 6+ , а соответственно и увеличение среднего возраста созревания в 2011–2015 гг. по сравнению с предыдущими периодами (табл. 2).

Таблица 2 - **Изменение возрастного состава (%) кеты в бассейне р. Палана**

Годы	Доля рыб разного возраста, %					Средний возраст, лет
	2+	3+	4+	5+	6+	
1996–2000	1,9	61,9	33,3	2,9	–	3,37
2001–2010	0,6	40,1	53,8	5,4	0,1	3,64
2011–2015	0,6	37,5	56,7	5,1	0,1	3,66

Биологические показатели производителей, которые могут в значительной степени определять уровень воспроизводства кеты р. Палана: половая структура, размерно-весовые характеристики, плодовитость связаны с возрастной структурой родительских стад. И вполне понятно, что изменения последней повлекли за собой и изменения вышеназванных параметров.

Соотношение полов в нерестовых стадах кеты обычно близко 1:1, тем не менее, в отдельные годы наблюдаются отклонения в соотношении полов. Среднемноголетняя доля самок в р. Палана за 19 лет составила 40,5% при минимальном значении в 20,6% в 2007 г. и максимальном — около 47% в 1997 г. (рис. 1).

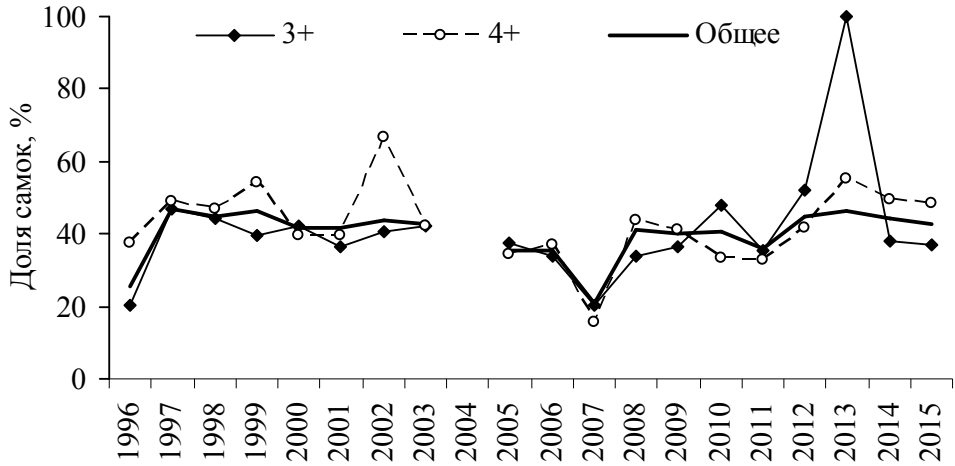


Рисунок 1 - **Доля самок в нерестовых подходах и у основных возрастных групп кеты в бассейне р. Палана**

Во второй половине 1990-х годов в уловах относительная численность самок находилась на уровне 41%. В дальнейшем данный биологический показатель снижается до 38% и в настоящее время он увеличился до 43% (табл. 3).

Таблица 3 - **Доля самок в возрастных группах кеты р. Палана**

Годы	Доля самок разного возраста, %					Общая доля самок, %
	2+	3+	4+	5+	6+	
1996–2000	33,3	38,7	45,3	38,1	–	41,1
2001–2010	6,3	36,6	39,3	41,4	100,0	38,0
2011–2015	100,0	52,5	45,4	37,2	–	42,8

Аналогичные изменения отмечены и во всех возрастных группах кеты.

В нерестовых подходах преобладают самки возраста 3+ и 4+, доля которых составляет около 88–99, а иногда и 100% (2013 г.), на долю остальных возрастных групп приходится, как правило, не более 1–6%. В период 1996–2000 гг. в уловах преобладали самки возрастной группы 3+. Доля самок среди особей этого возраста в 2001–2010 гг. снизилась по сравнению с предыдущим периодом с 59,1 до 39,8% и в настоящее время понизилась до 36,3%. Относительная численность самок в возрастной группе 4+, напротив увеличилась с 38,2 в 1996–2000 гг. до 57,4% в 2011–2015 гг. Заметно возросла доля самок среди производителей возраста 5+ - с 2,2 до 5–6%, соответственно в 1996–2000 гг. и в последующие периоды. В 2000-е годы в подходах отмечены 7-летние (6+) самки (табл. 4).

Таблица 4 - **Доля самок разного возраста от их общего количества в р. Палана**

Годы	Доля самок разного возраста, %				
	2+	3+	4+	5+	6+
1996–2000	0,5	59,1	38,2	2,2	–
2001–2010	0,2	39,8	53,6	6,1	0,3
2001–2015	1,3	36,3	57,4	5,0	–

Изменение доли самок при колебаниях численности подходов означает и изменение величины их пропуска на нерест. В 1990-е годы численность пропущенных на нерест самок в данной реке составляла 6,1 тыс. особей при пропуске на нерестилища 13,7 тыс. производителей. В последующее десятилетие на фоне снижения доли самок (табл. 3) их количество на нерестилищах было на уровне 12,2 тыс. особей при общем пропуске 32,9 тыс. производителей кеты. В дальнейшем мы можем оценить численность самок на нерестилищах только в 2015 г. и она понизилась до 10,7 тыс. рыб при пропуске 25 тыс. производителей кеты на нерест. В 2011–2014 г. из-за недостаточного финансирования авиаучет производителей на нерестилищах не проводился.

Размерно-массовые показатели кеты отличаются в разные периоды лет, определяются возрастом и полом рыб. Как правило, чем старше рыбы, тем больше у них длина и масса, самцы при этом крупнее самок (Смирнов, 1947; Заварина, 2003, 2008). Длина и масса кеты тесно связаны между собой (Костарев, 1967, Николаева,

1988, Заварина, 2008). По нашим неопубликованным данным, для кеты р. Палана корреляция между этими показателями составляет 0,78.

Размерно-массовые показатели кеты из бассейна р. Палана имеются с 1996 г. и средние значения данных показателей представлены на рис. 2.

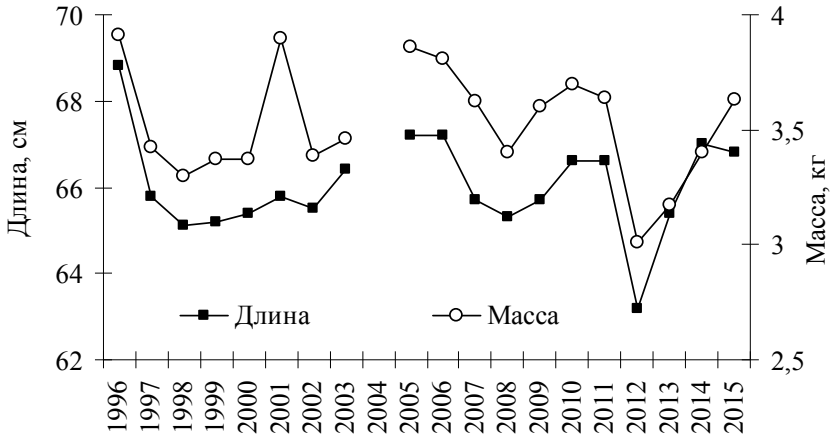


Рисунок 2 - **Изменение средней длины и массы кеты бассейна р. Палана**

Минимальные значения длины и массы кеты отмечены в 2012 г. - 63,2 см и 3,01 кг. Максимальная длина кеты наблюдалась в 1996 г — 68,8 см, масса - 3,91 кг. Среднемноголетняя длина составила 66,0 см, масса - 3,52 кг.

В течение всего периода исследования самцы были значительно крупнее самок (рис. 3).

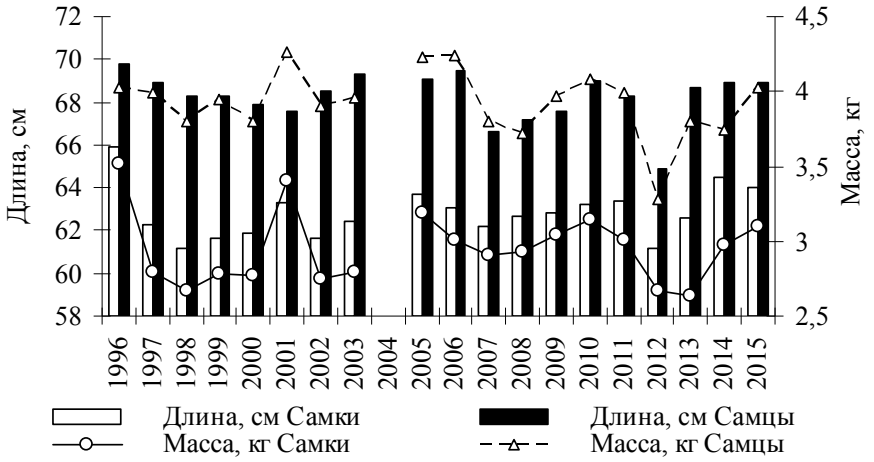


Рисунок 3 - **Средние значения длины и массы самок и самцов кеты в р. Палана**

Значения длины кеты р. Палана в периоды 1996–2000 гг. и 2001–2010 и 2011–2015 гг. практически не изменились и составляют 66,1; 66,2 и 65,8 см, тогда как для массы рыб отмечено повышение в 2001–2010 гг. на 0,17 кг, а в дальнейшем наблюдается снижение до 3,37 кг (Рис. 4). Аналогичные изменения данных показателей характерны и для рыб разного возраста и пола. Тренд снижения массы тела кеты в последние годы отмечен также и у рыб разных возрастов и разного пола, а также и в других реках Камчатки (Заварина, 2012, 2013, 2015).

Индивидуальная абсолютная плодовитость кеты р. Палана изменяется от 828 до 5550 икринок. Средние значения данного показателя варьируют от 1929 до 2730 икринок. Наименьшая средняя плодовитость наблюдалась в 2013 г. (1929 икр.), наибольшая была отмечена в 2001 г. — 2730 икринок (рис. 5). Среднемноголетнее значение находится на уровне 2241 шт. икринок. За рассматриваемый период средняя плодовитость кеты возрастной группы 2+ варьировала по годам от 1599 до 3192, 3+ - от 1588 до 2677, 4+ — 1885–2823, 5+ — 1710–2925 икринок (рис. 5) со среднемноголетними значениями 2260, 2215,2245 и 2292, соответственно.

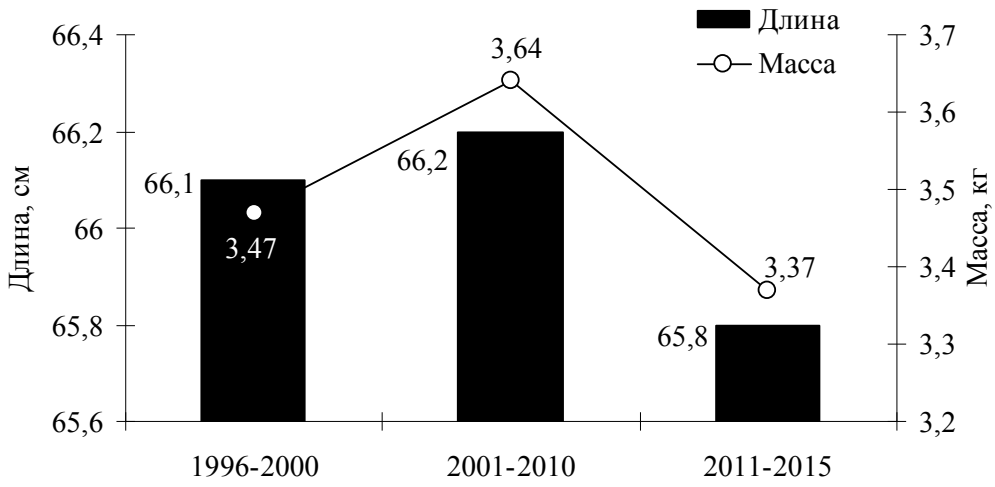


Рисунок 4 - **Изменение средней длины и массы кеты бассейна р. Палана по периодам**

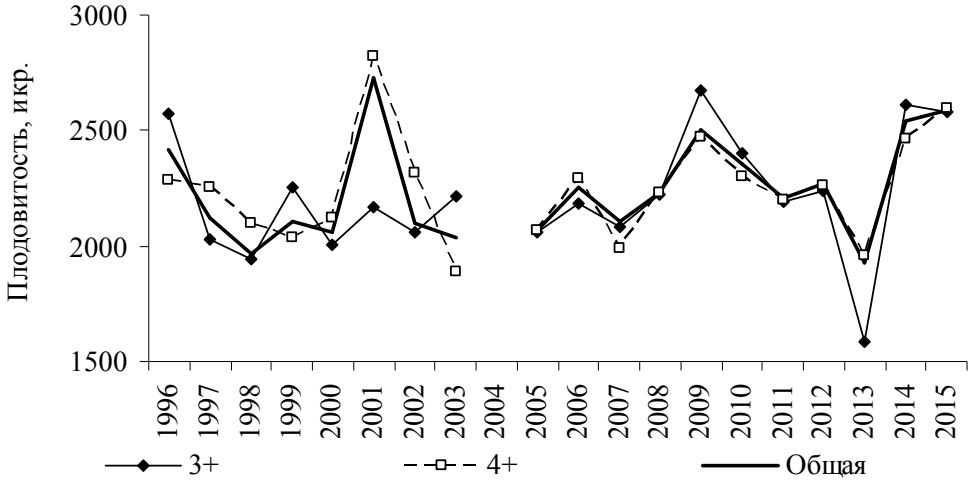


Рисунок 5 **- Изменение средней плодовитости кеты р. Палана по возрастным группам и в целом**

Анализ средней плодовитости кеты по периодам показывает тенденцию увеличения данного показателя с периода 1996–2000 гг. по настоящее время, что характерно для рыб разного возраста, так и для стада кеты данной реки в целом (рис. 6). У особей старшего возраста абсолютная индивидуальная плодовитость, как правило, выше.

Уловы кеты в бассейне р. Палана с 1998 г. показывают рост с 10 до более 100 т в 2008 и 2009 гг. В дальнейшем колеблются от 47 до 74 т (в среднем 62 т). Данные по вылову кеты в этой реке имеются с 1991 г., следовательно, и численность нерестовых подходов мы можем оценить с 1991 г.

Подходы кеты к бассейну р. Палана за 20 лет изменялись от 0,13 тыс. рыб (1996 г.) до 88,16 тыс. экз. (2005 г.) (рис. 7). С 1991 по 1997 г. они в среднем составляли около 3 тыс. производителей, в дальнейшем в 1998–2004 гг. увеличились в среднем до 25 тыс. рыб и в 2005–2010 гг. достигли в среднем 53 тыс. экз. С 2011 г. оценить подходы не представляется возможным из-за недостаточного финансирования в связи, с чем работы по авиаучету численности производителей кеты на нерестилищах р. Палана не проводились. Однако возможно предположить, что исходя из среднемноголетней интенсивности промысла (33%) нерестовые подходы в 2011–2015 гг. находились в пределах 45–74 тыс. рыб и в среднем были на уровне около 55 тыс. экз.

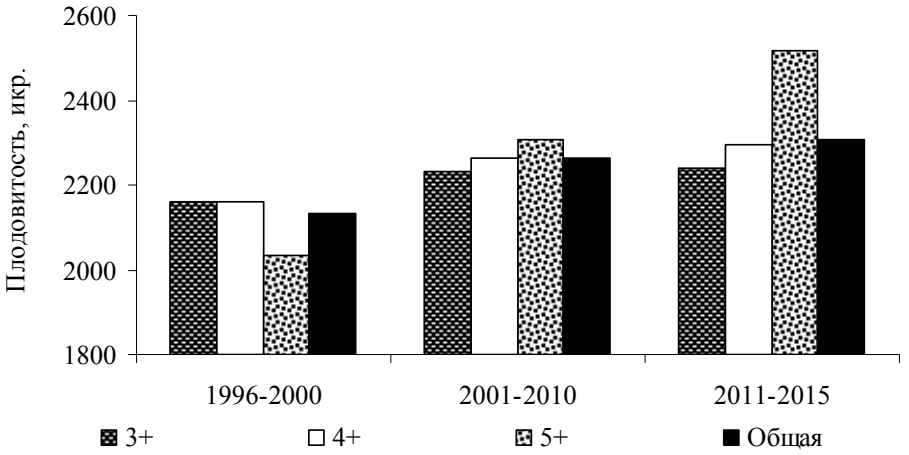


Рисунок 6 - **Изменение средней плодовитости кеты бассейна р. Палана по периодам**

Рисунок 7 - **Подходы, вылов и пропуск производителей кеты в р. Палана**

За период с 1991 по 2015 г. вылов кеты в р. Палана различается почти в 275 раз (0,5 т в 1996 г. и 138 т в 2008 г.). До 2000 г. в данном районе добывалось от 0,5 до 41 т (в среднем около 11 т). В дальнейшем наблюдается рост уловов и в 2001–2010 гг. они изменяются от 3 до 137 т, составляя в среднем около 47 т. В настоящее время средний вылов кеты увеличился до 60 т варьируя от 47 до 74 т. В штучном исчислении вылов изменялся от 0,13 (1996 г.) до 40,5 (2008 г.) тыс. рыб (рис. 7). В 1990-е годы в уловы среднем составляли около 3,2 тыс. экз., в 2000-е — 13,2 тыс. рыб и в 2011–2015 гг. - 18,1 тыс. экз.

Заполнение нерестилищ с 1961 по 2010 г. варьировало от 1,5 (1991, 1992 гг.) до 81 (2005 г.) тыс. рыб и в среднем за 50 лет составило около 12,4 тыс. экз. (рис. 7). С 1991 г. пропуск рыб на нерестилища несколько повысился и в среднем составляет 20,6 тыс. производителей. В 1990-е годы заполнение нерестилищ в среднем было на уровне 6,8 тыс. экз., в 2000-е годы оно повысилось до 33 тыс. рыб. Учитывая полученные нами в результате расчетов величины нерестовых подходов в 2011–2015 гг. возможно предположить, что численность производителей кеты на нерестилищах в эти годы варьировала в пределах 30–50 тыс. рыб и в среднем составляла около 37 тыс. экз.

Нерестовый ход кеты в р. Палана наблюдается около 2–3 месяцев: первые экземпляры кеты были пойманы в начале июля, последние — во второй декаде сентября. Интенсивный промысел начинается с первой декады августа и продолжается по середину сентября.

Численность дочерних поколений (рассчитано 19 лет) кеты р. Палана в период 1992–2010 гг. варьирует от 0,5 до 77 тыс. рыб при численности родителей от 1,5 до 81 тыс. производителей. Для кеты этого водоема характерно расширенное воспроизводство, численность дочерних поколений в большинстве лет выше численности родителей. Только в 4-х случаях количество вернувшихся особей меньше, чем число их родителей (1992, 1993, 2005 и 2009 гг.). Однако от практически одинакового количества родителей численность потомства может различаться. Так численность отнерестовавших производителей в 2002, 2004 гг. составляла 17,5 и 18,5 тыс. рыб, соответственно. Численность потомства соответственно достигала 37 и 68 тыс. рыб, т.е. различалась практически в 2 раза. При численности же родителей различающейся в 2 и более раз (2001 г. — 6,5; 2003 г. — 37,5 и 2004 г. — 18,5 тыс. экз.) численность дочерних поколений может быть практически одинаковой (69, 60 и 68 тыс. рыб, соответственно). По имеющимся данным урожайные поколения кеты приходятся на четные 1994, 1996 и 1998 гг. с преобладанием рыб возраста 3+. С 1999 г. многочисленные поколения кеты приходятся на 2001, 2004, 2007 и 2010 гг., когда их численность достигала 60–77 тыс. рыб (рис. 8).

Численность дочерних поколений кеты с 1992 по 1999 гг. варьировала с 0,5 до 47 тыс. рыб (в среднем около 21 тыс. экз.). С 2000 г. урожайность поколений возросла до 52 тыс. рыб в среднем и изменялась от 19 до 77 тыс. особей (рис. 8).

Таким образом, численность дочерних поколений кеты возрастает с начала 2000-х годов.

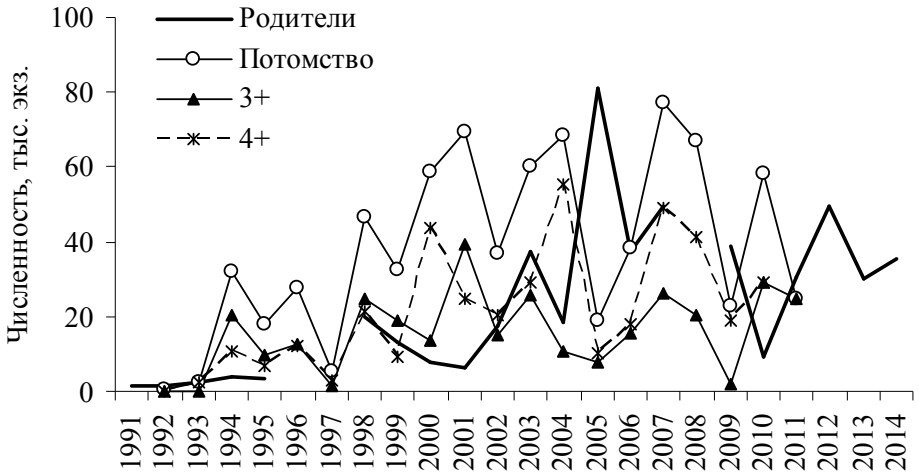


Рисунок 8 - **Численность отнерестившейся кеты, общая численность ее потомства, численность потомства в возрасте 3+ и 4+ в бассейне р. Палана**

Примечание: Численность потомства 2010 г. представлена без рыб возраста 5+, 2011 г. без рыб возраста 4+ и 5+

Таким образом, за прошедшие десятилетия существенно изменилась возрастная и половая структура родительских стад кеты р. Палана. Увеличилась доля рыб старших возрастов, ведущую роль в воспроизводстве стали играть самки старших возрастных групп, характеризующиеся большими размерами и повышенной плодовитостью по сравнению с особями младших возрастных групп. Длина рыб находится на относительно стабильном уровне около 66 см, тогда как масса — несколько понизилась в 2011–2015 гг. Анализ средней плодовитости кеты по периодам показывает тенденцию увеличения данного показателя с периода 1996–2000 гг. по настоящее время.

Уловы кеты в бассейне данной реки с 1998 г. показывают рост и в настоящее время находятся на относительно стабильном уровне 50–70 т или 15–25 тыс. рыб. Численность производителей кеты на нерестилищах в 2001–2015 гг. несколько повысилась. Вместе с тем повысилась урожайность дочерних поколений, что свидетельствует о достаточно благополучном состоянии стада кеты р. Палана.

Литература

Заварина Л.О. Биологическая структура кеты Oncorhynchus keta северо-восточного побережья Камчатки // Чтения памяти В. Я. Леванидова. Вып. 2. Владивосток, 19–21 марта 2003 г. Владивосток. Дальнаука. 2003. С. 531–540.

Заварина Л.О. Биология и динамика численности кеты *(Oncorhynchus keta)* северо-восточного побережья Камчатки. Автореф. дис. … канд. биол. наук. Москва. 2008. 25 с.

Заварина Л.О. **Х**арактеристика нерестового стада кеты (*ONCORHYNCHUS KETA*) р. Жупанова (юго-восточная Камчатка) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2012. Вып. 27. С. 24–32.

Заварина Л.О. Об изменении биологических показателей кеты *Oncorhynchus keta* бассейна р. Камчатки за период с 1927 по 2012 г. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: тезисы докладов XIV международной научной конференции Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 2013. с. 68–71.

Заварина Л.О. БИОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА КЕТЫ (ONCORHYNCHUS KETA) Р. КИХЧИК (ЗАПАДНАЯ КАМЧАТКА) // XVI международная научная конференция «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей», посвященная 20-летию образования природных парков на Камчатке. 18-19 ноября 2015 г. С. 46–50.

Костарев В.Л. Возраст и рост охотской кеты // Изв. ТИНРО. – 1967. – Т. 61. – С. 173–181.

Николаева Е.Т. Закономерности динамики численности кеты Oncorhynchus keta (Walbaum) бассейна р. Камчатки. Автореф. дис. … канд. биол. наук. Владивосток. 1988. 26 с.

Остроумов А.Г. Нерестовый фонд лососей рек северо-западной Камчатки (от р. Тигиль до р. Элтаваям) и Пенжинского района Камчатской области (от р. Шаманка до р. Парень) // Отчет КоТИНРО. Петропавловск-Камчатский. 1992. 62 с.

Смирнов А.Г. Состояние запасов амурских лососей и причины их численных колебаний // Изв. ТИНРО. 1947. Т. 25. С. 33–51.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. Пищевая промышленность. М. – 1966. – 374 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Камчатка. Гидрометеоиздат. Ленинград. – 1973. – 367 с.

Clutter, R.I. and L.E. Whitesel. Collection and interpretation of sockeye salmon scales // Int. Pacific Salmon Fish. – 1956. – Comm. 9: – 159 p.

ABSTRACT. Long-term monitoring data, characterizing the age composition, sex ratio and size-weight dynamics of the Palana River chum salmon stock for the period 1996–2015, have been generalized. We also provide data on the catch dynamics, the percent of spawning grounds occupied and the abundance of chum salmon spawning runs in the basin of the Palana River.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ КЕТЫ В РЕКАХ АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)

Г.В. Запорожец, О.М. Запорожец
Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Петропавловск-Камчатский, zaporozhets.g.v@kamniro.ru

На юго-восточном побережье Камчатки в бассейне Авачинского залива наиболее продуктивными и эксплуатируемыми являются реки Паратунка и Авача, впадающие в Авачинскую губу. Длина Паратунки превышает 80 км, площадь водосбора – 1500 км^2, Авачи – 120 км, площадь водосбора - 5000 км^2 (Ресурсы…, 1973). По данным официальной статистики, уловы лососей в губе в конце 1990-х гг. достигали почти 1000 т. Запасы же на порядок выше, если учитывать, что нелегальный вылов может составлять 90% и более от нерестовых подходов (Запорожец, Запорожец, 2008).

В бассейне Авачинской губы воспроизводятся пять видов тихоокеанских лососей: горбуша, кета, нерка, кижуч и чавыча. Одним из основных видов является кета, составляя в Паратунке около 40% от суммарных подходов тихоокеанских лососей, а в Аваче - 30%; Численность первой в последние 30 лет колеблется в пределах 30-230 тыс. экз., а второй – 5-170 тыс. экз.

Кета в исследуемом районе воспроизводится на естественных речных нерестилищах, а также на двух лососевых рыбоводных заводах (ЛРЗ) – Паратунском (ПЛРЗ) и ЛРЗ Кеткино (КЛРЗ). Ежегодно с этих заводов подрощенную молодь массой около 1 г. выпускают на пастбищный нагул.

В работе использованы материалы, собранные в результате ихтиологических съемок в 1990-2015 гг. – 27997 экз. производителей. Математический анализ данных проводили в программе Statistica (StatSoft, Inc. (2008). STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com).

Продолжительность хода производителей кеты, идущих с океана на нерест, обычно составляет более трёх месяцев – с 20-х чисел июня по конец сентября. Самки чаще всего начинают идти на нерест позже самцов и позднее заканчивают. Пик первой "волны" хода в р. Паратунке приходится на конец июля - начало августа, а второй - на середину или вторую половину августа, в р. Аваче – основной ход – в начале августа.

В устьях рек соотношение самцы/самки в целом за весь период хода обычно близко к 1, а по мере продвижения к верховьям доля самок уменьшается из-за браконьерского изъятия (Запорожец, Запорожец, 2007).

Возрастная структура кеты представлена пятью классами: 0.2-0.7, модальным для стад обеих рек является группа 0.4 (пресноводный возраст - 0, морской – 4 года). Сравнение среднего возраста возврата кеты в две реки

Авачинской губы, выполненное с помощью однофакторного дисперсионного анализа, показало, что паратунские самки и самцы достоверно моложе авачинских ($p<0.001$). В целом, средний возраст кеты р. Паратунки в изученный период составлял 3.662±0.005 года, р. Авачи - 3.867±0.007 года, при этом в первой из рек доля рыб возраста 0.3 – 40%, 0.4 – 51%, а во второй 0.3 – 27%, 0.4 – 60%, соответственно.

Представление о динамике изменения среднего возраста созревания кеты за 26-летний ряд наблюдений дает рисунок 1. Слабый отрицательный тренд возраста кеты р. Паратунки объясняется постепенным омоложением заводской популяции, вклад которой в ресурсы весьма значителен (Запорожец, Запорожец, 2011).

Динамика массы и плодовитости в основных возрастных группировках производителей кеты из рек Паратунки и Авачи показаны на рисунках 2 и 3, которые достаточно полно отражают изменения важнейших биологических показателей стад на изученном временном отрезке.

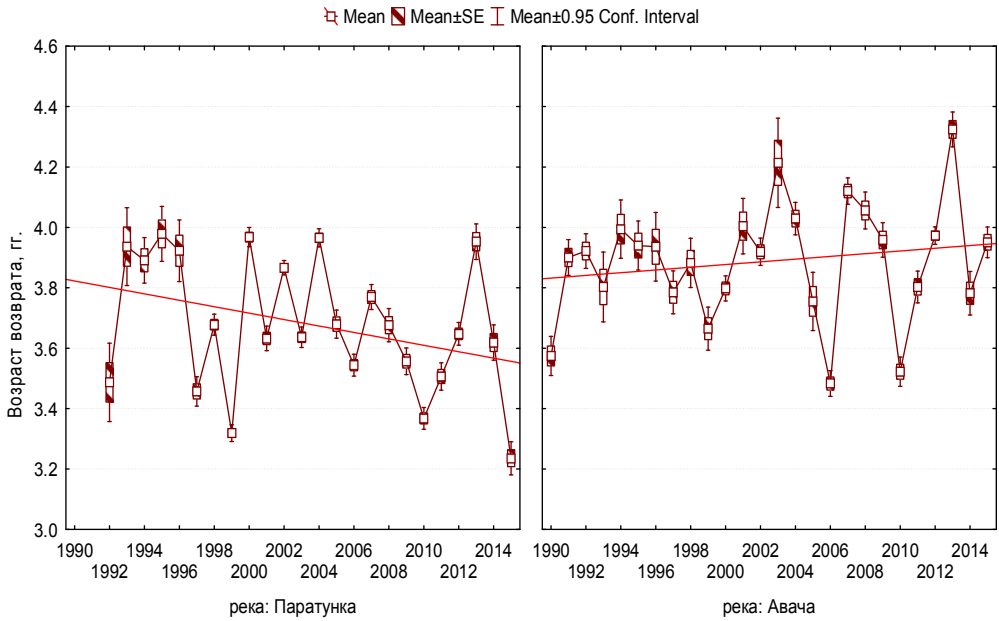


Рисунок 1 - **Динамика среднего возраста производителей кеты в реках Паратунке и Аваче в 1990-2015 гг.**

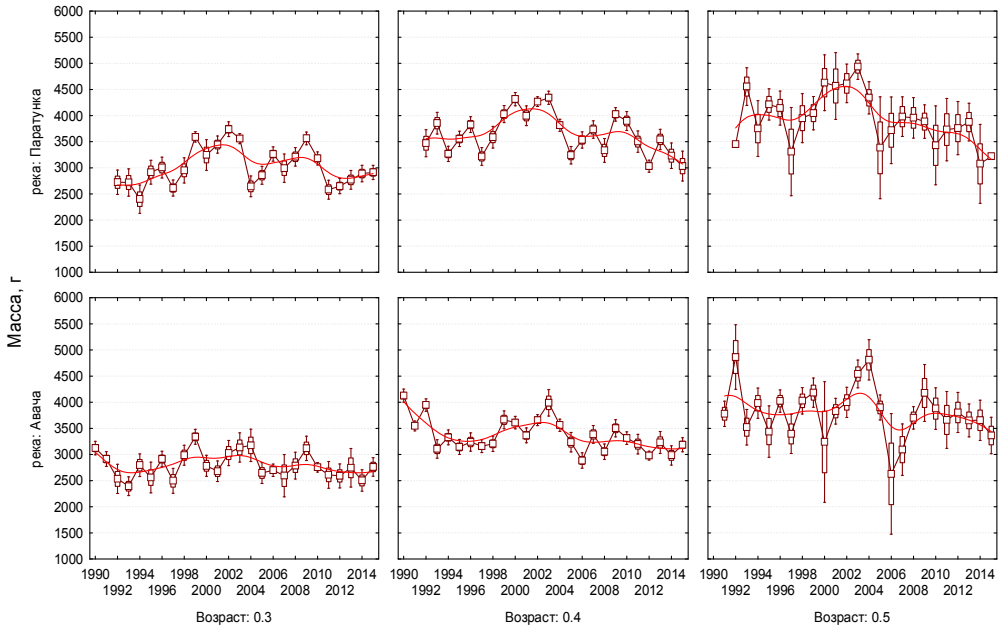


Рисунок 2 - **Динамика изменения массы кеты рек Паратунки и Авачи в возрастных группах 0.3 - 0.5 в 1990-2015 гг.**

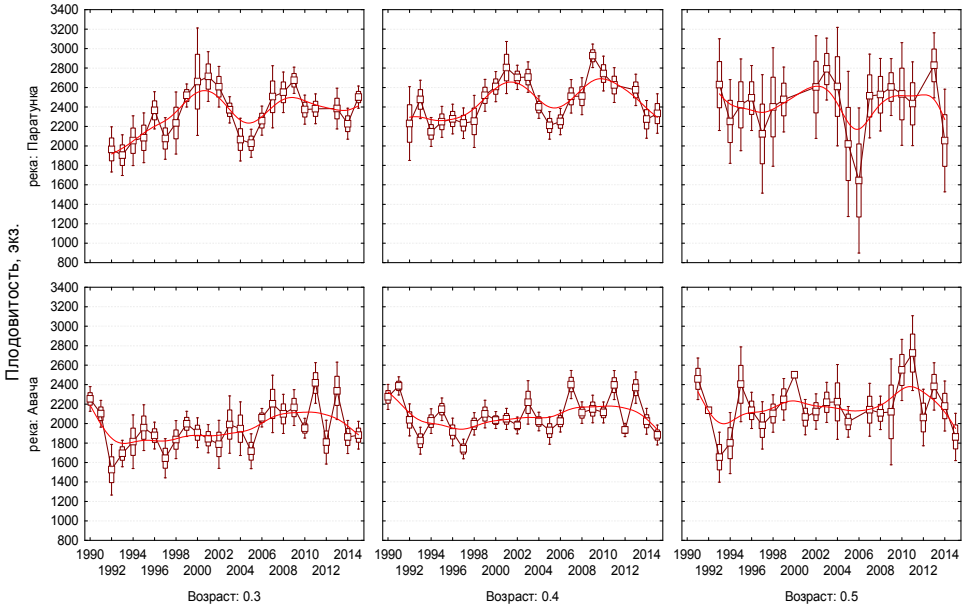
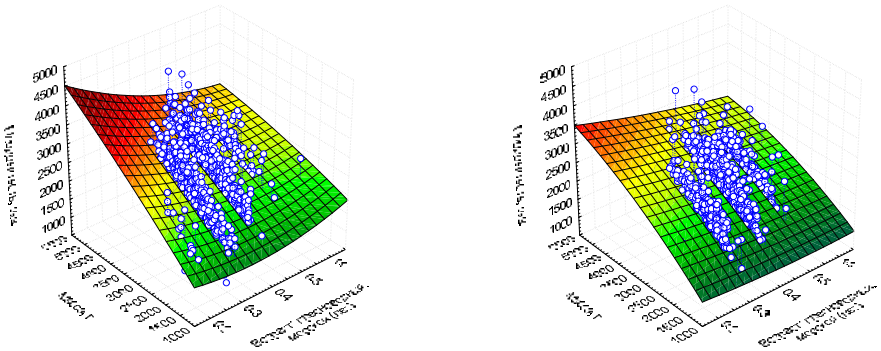


Рисунок 3 - **Динамика изменения плодовитости кеты рек Паратунки и Авачи в возрастных группах 0.3 - 0.5 в 1990-2015 гг.**

При сравнении средних показателей кеты из разных рек Авачинской губы по возрастным группам выявлено, что паратунские производители крупнее ($p<0.00001$) и плодовитее авачинских ($p<0.00001$).

Проведённый анализ подтверждает общие закономерности: самцы кеты крупнее одновозрастных самок; размеры и масса рыб с возрастом увеличиваются. Динамика исследованных показателей имеет колебательный характер.

Плодовитость от возраста зависит нелинейно: у крупных одноразмерных рыб из рек Паратунки и Авачи она с возрастом уменьшается, у мелких – паратунских – увеличивается, а авачинских - нет (рис. 4).



река: Паратунка река: Авача

Рисунок 3 - **Зависимость плодовитости кеты Авачинского залива от массы самок и их возраста в период 1990-2015 гг.**

Средние значения длины АС, массы и плодовитости производителей кеты в исследованный период составляли: в р. Паратунке (1992-2015 гг.) – 64.8±0.1 см, 3545±13 г, 2422±13 экз.; в р. Аваче (1990-2015 гг.) – 63.9±0.1 см, 3315±12 г, 2036±9 экз., соответственно.

В общее воспроизводство кеты в бассейне Авачинской губы вносят и лососевые рыбоводные заводы - Паратунский, который выпускает около 20 млн. экз. молоди в приток р. Паратунки - руч. Трезубец, и «Кеткино», выпускающий ~ 10 млн. экз. мальков в руч. Зеленовский (бассейн р. Авачи). Возвраты кеты за период функционирования заводов непосредственно к ПЛРЗ колеблются от 3.5 до 52 тыс. экз., а к КЛРЗ - от 0.1 до 6.4 тыс. экз.

Суммарный возврат заводской кеты непосредственно к ПЛРЗ от поколений 1994-2011 гг. составил 287 тыс. экз., а суммарный выпуск за эти годы – 241628 тыс. экз. Следовательно, коэффициент возврата от выпусков этих лет - 0.12%. Аналогично, суммарный возврат заводской кеты к КЛРЗ от поколений 1994-2011 гг. составил 25.6 тыс. экз., а суммарный выпуск за эти годы – 88030 тыс. экз., и коэффициент возврата заводской кеты непосредственно к КЛРЗ от выпусков этих лет - 0.03%.

Другими словами: от каждых 10 тыс. рыб, выпущенных с Паратунского ЛРЗ вернулось к заводу 12 экз., а с ЛРЗ «Кеткино» - 3 экз. С учётом промыслового изъятия заводские возвраты кеты ПЛРЗ составляют в среднем 0.33%, а кеты КЛРЗ – 0.1%.

Доля кеты заводского происхождения в смешанных уловах в реке Паратунке, по данным идентификации особей, выполненной на основе анализа структуры чешуи, (Запорожец, Запорожец, 2000), колебалась от 45 до 81%, в среднем ~ 60%. На обследованных естественных нерестилищах было идентифицировано в разные годы от 17 до 44% особей кеты заводского происхождения. Дифференциация производителей, зашедших в руч. Трезубец к Паратунскому ЛРЗ, показала, что доля диких рыб там изменялась от 2 до 25%. Такие колебания стреинга могут быть обусловлены изменениями численности заходов дикой кеты в реки и коэффициента возврата заводских производителей.

В р. Аваче, по данным идентификации, в возвратах в 2006-2008 гг. доля заводской кеты в низовьях - около 20%. В последующие годы эта доля менялась от 20% до 34% (в среднем – около 25%), при этом на естественных нерестилищах стреинг заводских рыб составлял от 1 до 24% (в среднем ~15%), а у КЛРЗ доля диких производителей кеты – 22-57% (в среднем ~41%).

Среднегодовые запасы кеты (уловы и заполнение нерестилищ) в бассейне Авачинской губы в период 1985-1995 гг. и в последующий (1996-2014) гг. составляли соответственно: в р. Паратунке – 70 и 83 тыс. экз., в р. Аваче – 64 и 29 тыс. экз. (рис. 4, 5).

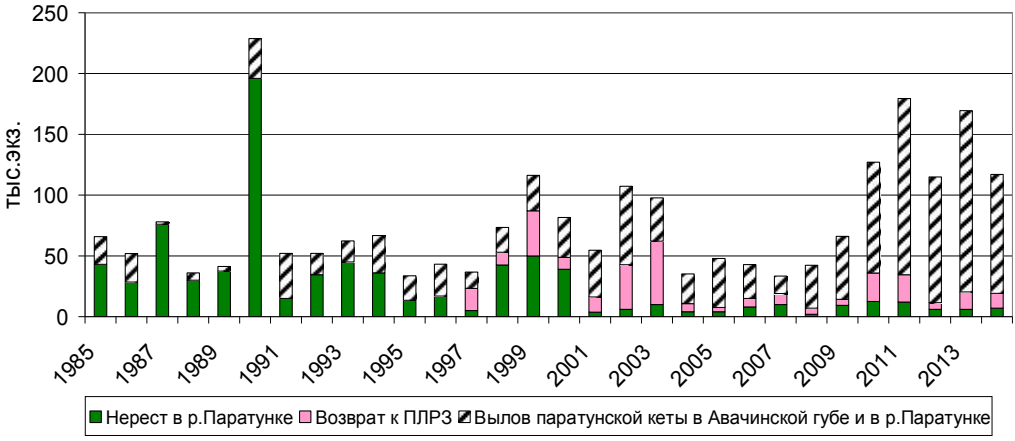


Рисунок 4 - **Структура возврата кеты в р. Паратунку в 1985-2014 гг.**

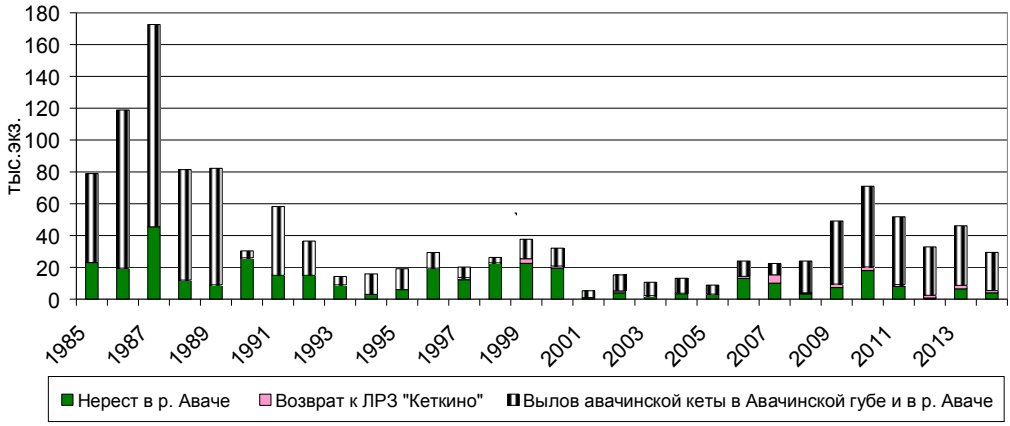


Рисунок 5 - **Структура возврата кеты в р. Авачу в 1985-2014 гг.**

Отметим, что запасы кеты в р. Паратунке в последние пять лет несколько выросли, в отличие от таковых в р. Аваче, где заводское воспроизводство не оказало положительного влияния на динамику численности запасов этого вида (см. рис. 4, 5).

Коэффициент возврата кеты к ЛРЗ «Кеткино» уменьшился с 0.14% от выпусков 1994-1999 гг. до 0.04% (выпуски 2000-2010 гг.). Причём показатели возврата максимальны при использовании местных (авачинских) производителей и наоборот – минимальны при перевозке икры с р. Паратунки в значительных количествах. Кроме того, была обнаружена обратная связь между объёмом выпуска и коэффициентом возврата (показатель ранговой корреляции Спирмена – 0.6, значимость на уровне $p<0.04$), то есть, при увеличении количества выпускаемой молоди уменьшается её выживаемость (Запорожец, Запорожец, 2011).

Сравнение качественных характеристик производителей естественного и заводского воспроизводства, возвращающихся в р. Паратунку, показало, что и самцы и самки кеты естественного происхождения достоверно ($p<0.001$) старше заводских. Средний возраст кеты естественного воспроизводства – 3.88±0.01 года, а заводской – 3.55±0.01 г. Для заводской кеты из р. Паратунки характерно не только её омоложение, но и упрощение возрастной структуры возврата: 95% заводских производителей приходит на нерест через 3 и 4 года (почти в равных долях), а у дикой – около 80% возвращается в возрасте 4 года и более. Для заводской кеты характерно также меньшее количество возрастных классов – 4, по сравнению с особями естественного происхождения - 6. Межгодовая динамика размеров (и массы) рыб разного происхождения имеет сходный характер, различия по этим показателям достоверны лишь для самцов: заводские мельче диких ($p<0.00002$).

Для кеты, заходящей на нерест в бассейн р. Авачи тенденции изменения размеров и возраста сходны с таковыми для паратунской кеты, но менее выражены,

что связано со значительно большим использованием диких производителей для закладки икры на ЛРЗ «Кеткино».

Поскольку анализ динамики состояния запасов тихоокеанских лососей, их структуры, а также причин, обуславливающих заметные изменения, имеет важное значение для прогнозирования подходов производителей и, соответственно, их возможного вылова, такая работа должна быть продолжена в качестве мониторинговой на постоянной основе.

Литература

Запорожец Г.В., Запорожец О.М. Лососевые рыбоводные заводы Дальнего Востока в экосистемах Северной Пацифики. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2011. 268 с. http://www.kftig.com/archive/Zaporoj11.zip.

http://www.npacific.ru/np/library/publikacii/zaporozhets/salmon-hatcheries.pdf.

Запорожец О.М., Запорожец Г.В. Дифференциация естественных и искусственно воспроизводимых популяций кеты (Oncorhynchus keta) по особенностям структуры чешуи // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сб. научн. тр. КамчатНИРО. Петропавловск-Камчатский, 2000. Вып. 5. С. 139-146.

Запорожец О.М., Запорожец Г.В. Браконьерский промысел лососей в водоемах Камчатки: учет и экологические последствия. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2007. 60 с.

Запорожец О.М., Запорожец Г.В. Лососи реки Паратунки (Восточная Камчатка): история изучения и современное состояние. Петропавловск-Камчатский: СЭТО-СТ Плюс, 2008. 132 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. 1973. Т. 20. Камчатка. Л.: Гидро-метеоиздат. 366 с.

ABSTRACT. State and structure of chum salmon stock and qualitative and quantitative indexes of spawners were analyzed for the basin of Avachinskaya Bay in 1985-2015. Dynamics of the body length and weight, of the fecundity and the age at return for spawning is demonstrated. The area examined chum salmon spawn on natural spawning grounds and on two salmon hatcheries. The ratio between the wild and hatchery fish on the natural spawning grounds, near the hatcheries and in mixed catches in the lower part of rivers is evaluated, and return coefficients are estimated for the hatchery fish.

НЕРКА Р. БОЛЬШОЙ (ЗАПАДНАЯ КАМЧАТКА): БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ

О.М. Запорожец, Г.В. Запорожец
Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии. Петропавловск-Камчатский, zaporozhets.o.m @kamniro.ru

На западном побережье Камчатки протекает одна из крупнейших рек полуострова – Большая, её основные истоки - реки Плотникова и Быстрая. Первая, длиной 134 км, вытекает из оз. Начикинского, а вторая берёт начало в отрогах хр. Ганальские Востряки (длина 217 км). Примерно через 60 км после слияния этих двух водотоков р. Большая впадает в Охотское море, образуя в устье обширный лиман. Общая площадь водосбора речного бассейна – около 15000 км^2 (Ресурсы…, 1973).

В реке воспроизводятся шесть видов тихоокеанских лососей, включая нерку Oncorynchus nerka W. Вклад этого вида в общие запасы лососей бассейна р. Большой в период 1961-2015 гг. колебался от 0.2% (71 тыс. экз. - 1983 г.) до 58% (361 тыс. экз. - 1989 г.) и в последние четыре года её заходы в реку превышали 700 тыс. экз.

Цель работы – охарактеризовать динамику биологических показателей нерки и состояние её запасов в вышеозначенный период в бассейне р. Большой.

Были проанализированы данные 26629 экз. производителей нерки, собранные сотрудниками КамчатНИРО (КоТИНРО) и Севвострыбвода (Камчатрыбвода) на разных участках бассейна р. Большой, а также материалы по уловам и пропускам на нерестилища в период 1961-2015 гг.

Речной промысел лососей в описываемом водоёме сконцентрирован преимущественно в нижнем течении и изымает производителей всех популяционных группировок.

У нерки р. Большой имеются две экологические формы – озёрная и речная, состоящие, в свою очередь, из ранней (весенней) и поздней (летней) сезонных рас (Крохин, Крогиус, 1937; Семко, 1954; Бугаев и др., 2002). Весенняя нерка идет в реку обычно в начале – середине мая и до конца июня, летняя - в июле – августе и нерестится до поздней осени.

Нами были исследованы, в частности, изменения массы, плодовитости и возраста возврата производителей нерки, отобранных на протяжении 55 лет преимущественно из промысловых уловов в устье р. Большой, отражающие характеристики смешанных выборок (рис. 1, 2).

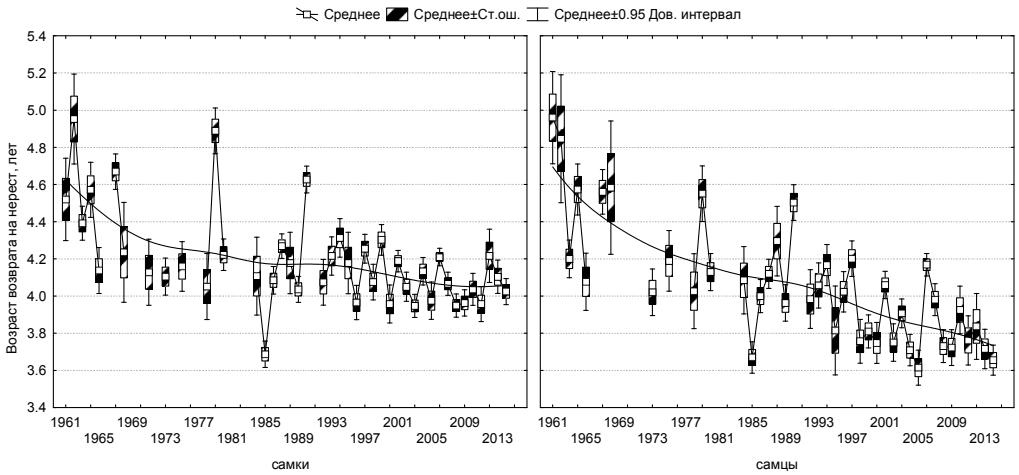


Рисунок 1 - **Динамика изменения возраста возврата нерки в р. Большую в 1961-2014 гг.**

Как видно на рисунках, исследованные показатели постепенно снижаются по величине, особенно заметно уменьшение возраста и массы возвращающихся самцов: если в начале 1960-х гг. средние показатели были 4.67±0.36 года и 3.75±0.59 кг против 3.69±0.62 года и 2.29±0.97 кг в последние годы, соответственно. Для самок такие изменения менее выражены.

Далее мы сравнили временные изменения показателей нерки ранней и поздней рас в 1980-2015 гг. (доступный для этого сравнения период) с целью оценки вклада каждой из них в общую динамику. Рисунок 3 объясняет, что падение массы самцов в последние годы (см. рис. 2) обусловлено в первую очередь вкладом производителей ранней расы.

Динамика плодовитости ранней и поздней нерки имеют сходный характер, но у первой из них уровень этого показателя заметно ниже. Средняя плодовитость первой в этот период - 3506±25 экз., а второй - 4215±18 экз. ($p<0.00001$).

Различия характеристик производителей разных рас можно объяснить тем, что ранняя большерецкая нерка воспроизводится и нагуливается преимущественно в озёрных системах (озёрах, их притоках и ключах), а поздняя – по большей части, в речных (русловых и ключевых). Озёрная молодь живёт в пресной воде до ската в море дольше речной (1.55±0.01 и 0.95±0.01 года, соответственно, $p<0.00001$), при этом период морского нагула больше у первой нерки, чем у второй (2.98±0.01 и 2.65±0.01 года, соответственно, $p<0.00001$).

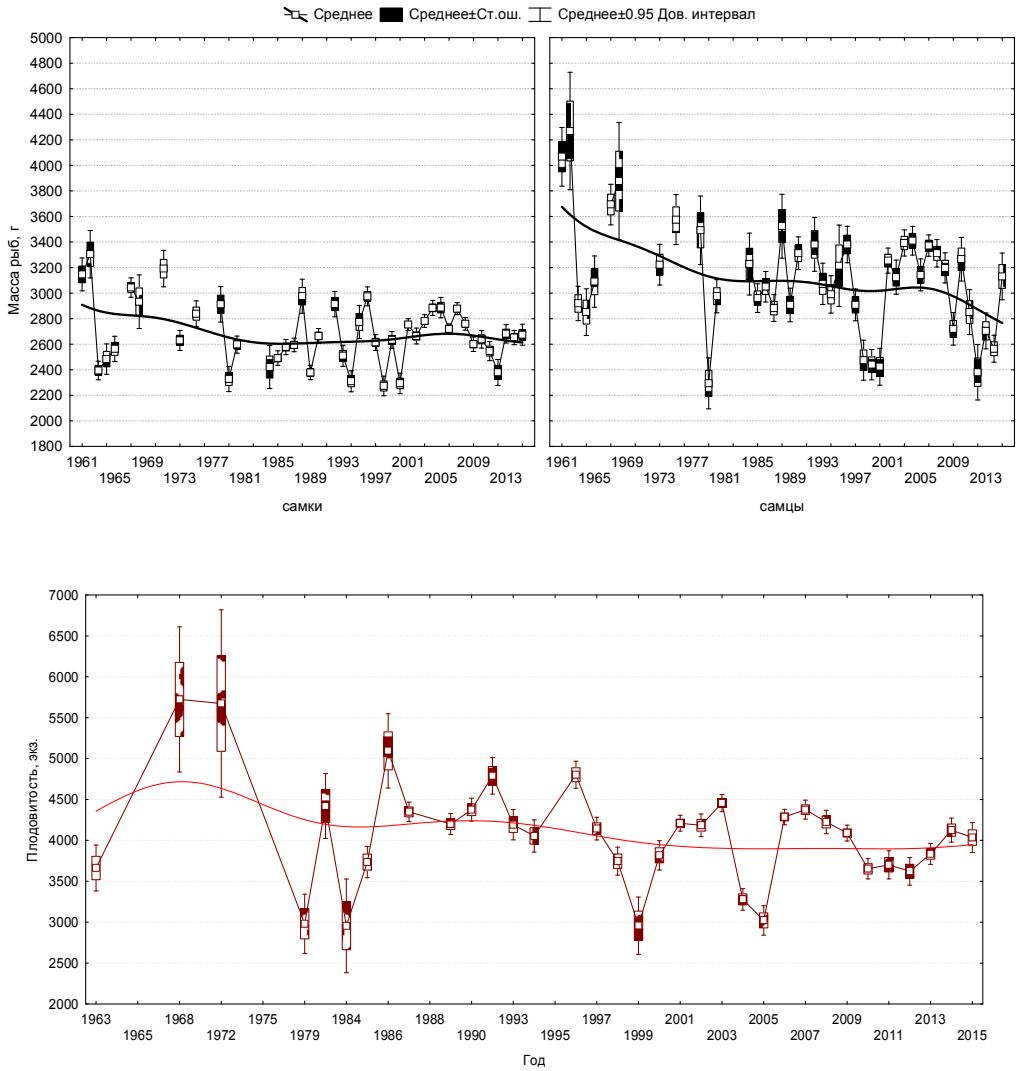


Рисунок 2 - **Динамика массы и плодовитости производителей нерки р. Большой в 1961-2015 гг.**

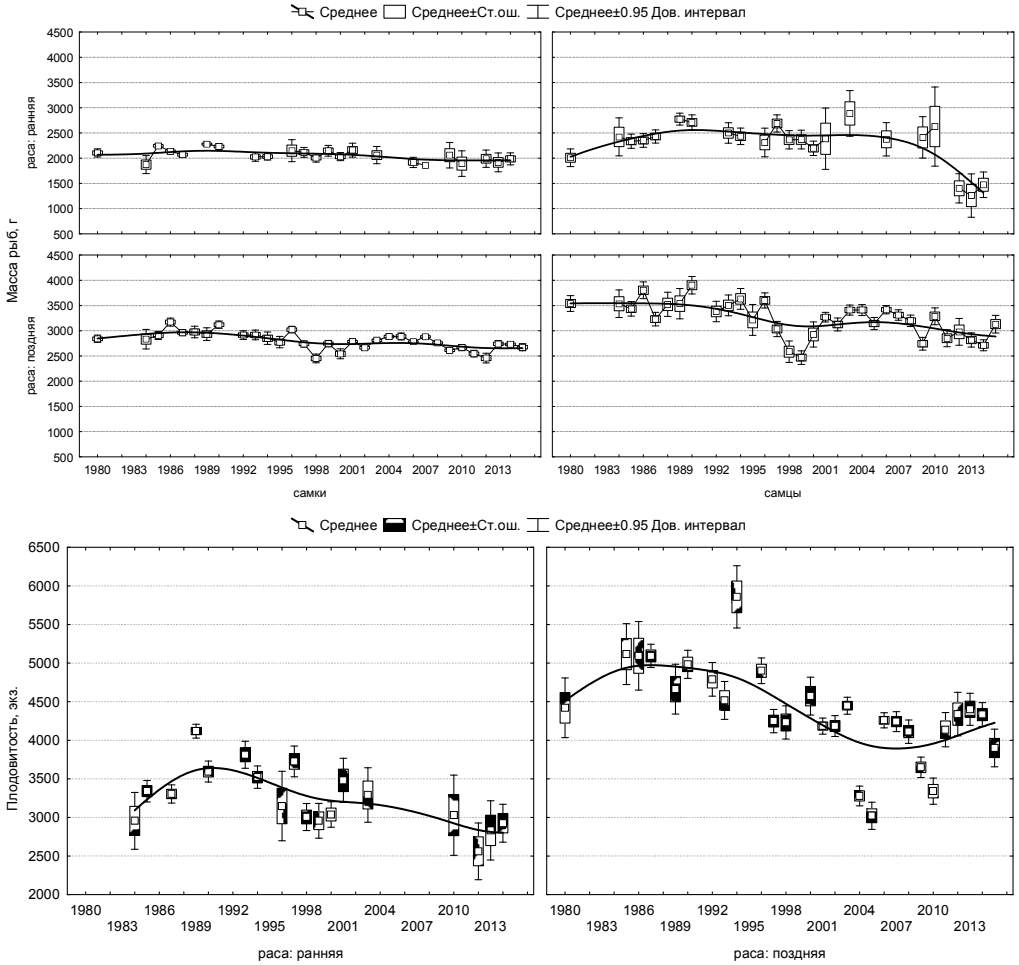


Рисунок 3 - **Сравнение динамики массы и плодовитости производителей ранней и поздней нерки р. Большой, пришедшей на нерест в 1980-2015 гг.**

Размеры весенней (ранней) нерки речной формы достоверно больше ($p<0.00001$), чем у рыб озёрной формы (57.2±0.6 и 50.8±0.3 см, соответственно). Для производителей летней (поздней) расы характерны такие же различия (60.2±0.1 и 53.4±0.2 см, соответственно, $p<0.00001$) (рис. 4). При этом нерка весенней расы мельче, чем особи летней (55.6±0.1 и 60.9±0.1 см, соответственно, $p<0.00001$).

Соотношение полов в устьевых уловах в целом за период 1961-2015 гг. несколько сдвинуто в сторону самок (55%), за исключением отдельных лет. Плодовитость речной нерки - 4638±43 экз. в 1.6 раза выше, чем озёрной - 2899±47 экз. (в период 2002-2015 гг.).

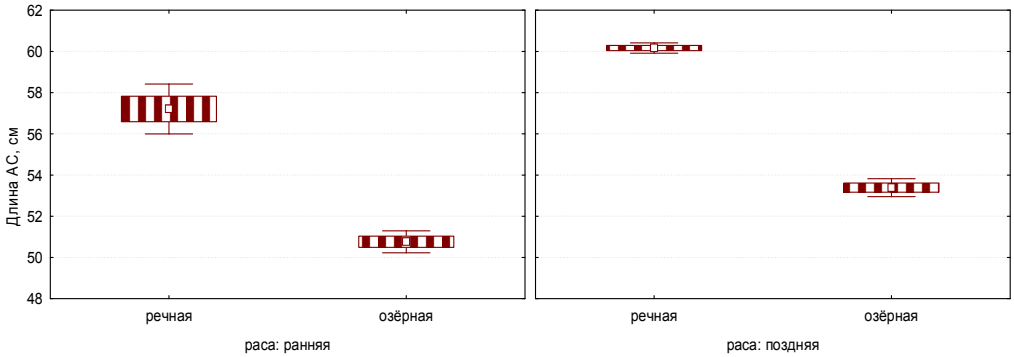


Рисунок 4 - **Сравнение размеров нерки р. Большой разных форм и рас в период 2002-2015 гг.**

Особи озёрной нерки в бассейне р. Большой заходят на нерест в основном в оз. Начикинское, значительно меньше – в Сокочевские озёра; кроме того, имеется множество мелких озёр по всему речному водосбору. Нами были обследованы акватории оз. Начикинского, озёр Большой и Малый Сокоч с их притоками и отобраны пробы отнерестовавших рыб. Позже проведено сравнение некоторых характеристик производителей поздней нерки из этих озёр. Дисперсионный анализ данных не выявил достоверных различий по длине и массе между популяциями озёрной красной. Однако их возрастная структура отличалась, прежде всего, за счёт времени пребывания молоди в пресной воде. Так, если нерка из Сокочевских озёр катилась в большинстве своём через 1 год, то начикинская – через 2. Достоверность различий между самцами из обозначенных групп по пресноводному возрасту достаточно высока – $p=0.004$.

В общее воспроизводство нерки исследуемого водоёма вносят определённый вклад лососевые рыбоводные заводы (ЛРЗ): Малкинский ЛРЗ, расположенный на притоке р. Быстрой, и ЛРЗ «Озерки» - на р. Плотникова. Первый из них ежегодно выпускает молодь нерки массой до 7 г в количестве 400-700 тыс. экз., второй – 1 г и до 5-15 млн. экз. Промысловые возвраты нерки МЛРЗ в период 1995-2014 гг. – 2.9%, а ЛРЗ «Озерки» - 0.16%.

Доля особей МЛРЗ в ресурсах нерки р. Большой составляет в среднем 4.4%, вклад в промысел этого вида - 32.6 т, а ЛРЗ «Озерки» - 2.5% и 17.4 т, соответственно.

Результаты анализа возрастной структуры нерки искусственного происхождения из бассейна р. Большой свидетельствуют о значительных различиях по этому показателю между производителями, отловленными у ЛРЗ «Озерки» и Малкинского ЛРЗ (рис. 5).

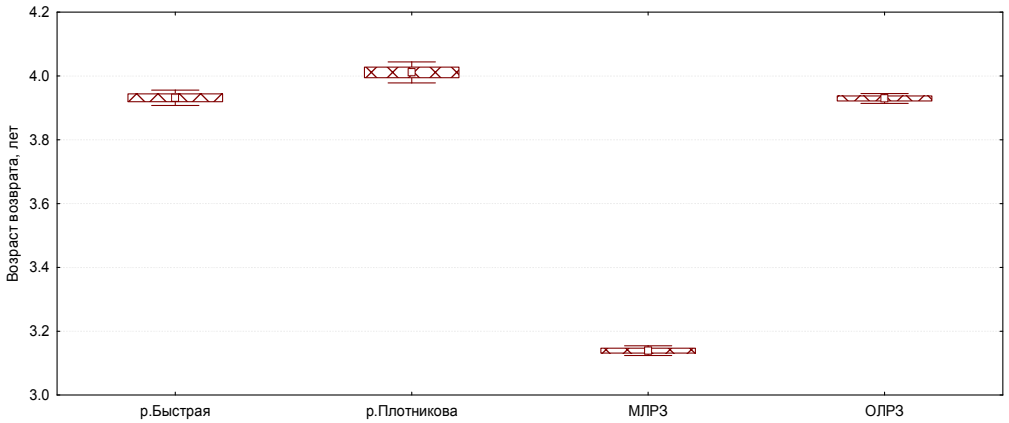


Рисунок 5 - **Возраст возврата нерки в рр. Быструю и Плотникова и к лососевым рыбоводным заводам Малкинскому (МЛРЗ) и «Озерки» (ОЛРЗ) в период 1997-2014 гг.**

Сравнение возраста нерки разного происхождения показывает, что рыбы, выращенные на Малкинском ЛРЗ, возвращаются на нерест в среднем через 3.14±0.01 года, а на ЛРЗ «Озерки» и дикие в р. Быструю - через 3.93±0.01 года ($p<0.00001$). Эти различия связаны с акселерацией роста и развития молоди на МЛРЗ (за счёт подогретой воды) и последующего ската в море преимущественно сеголетками, в отличие от других, которые мигрируют в океан годовиками и двухгодовиками (Запорожец, Запорожец, 2011).

Численность нерки в последние годы находится на высоком уровне (рис. 6), при этом промысел изымает значительную долю её запасов – 90% особей и более, что может подорвать в дальнейшем эти ценные биоресурсы.

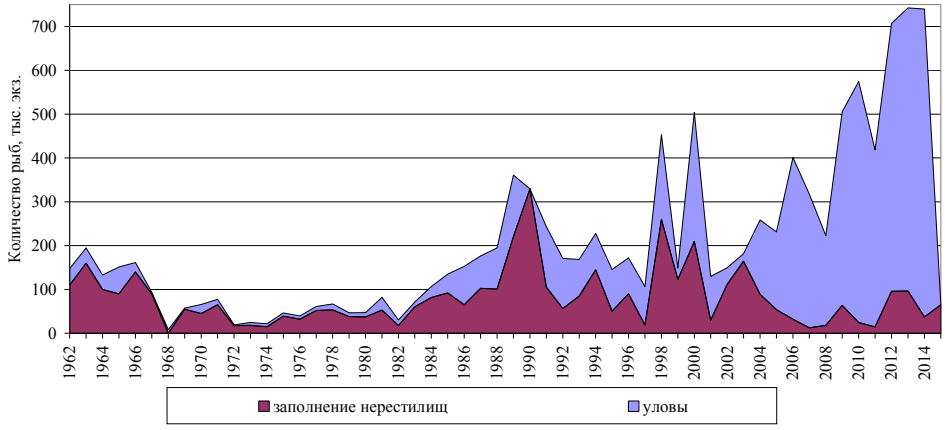


Рисунок 6 - **Динамика численности нерки р. Большой в период 1962-2015 гг.**

Литература

Бугаев В.Ф., Остроумов А.Г., Непомнящий К.Ю., Маслов А.В. 2002. Некоторые особенности биологии нерки Oncorhynchus nerka р. Большой (Западная Камчатка) и факторы, влияющие на ее биологические показатели // Изв. ТИНРО, 130, ч. 2. С. 758-776.

Запорожец Г.В., Запорожец О.М. 2011. Лососевые рыбоводные заводы Дальнего Востока в экосистемах Северной Пацифики. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 268 с. http://www.kftig.com/archive/Zaporoj11.zip.

http://www.npacific.ru/np/library/publikacii/zaporozhets/salmon-hatcheries.pdf.

Крохин Е.М., Крогиус Ф.В. 1937. Очерк бассейна р. Большой и нерестилищ лососевых, расположенных в нем (из работ Камчатского отделения ТИНРО) // Изв. ТИНРО, Т.9. С.1-157.

Ресурсы поверхностных вод СССР. 1973. Т. 20. Камчатка. Л.: Гидро-метеоиздат. 366 с.

Семко Р.С. 1954. Запасы западнокамчатских лососей и их промысловое использование // Изв. ТИНРО, Т.41, С. 3-109.

ABSTRACT. The qualitative and quantitative characteristics of sockeye salmon adult in the pool of the Bolshaya River (the western Kamchatka), and also conditions and structures of its stocks in 1961-2015 were analyzed. Dynamics of the body sizes and weights, the fecundity and the age of return for spawning were presented. Sockeye salmon is reproduced on natural spawning areas, and also on two salmon hatcheries. Coefficients of catch return of the hatcheries and the absolute contribution to the sockeye salmon catches of everyone salmon hatcheries were estimated.

ВОПРОСЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОХРАНЫ РЫБНЫХ ЗАПАСОВ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПЛАНИРУЕМОЙ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Е.А. Зотова, С.Н. Макаров, Е.Э. Сонина, А.С. Пудовкина, Н.В. Собольская
Саратовское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Саратов, elezotova@yandex.ru

В современных условиях возросшего антропогенного воздействия на водные объекты рыбохозяйственного значения особую актуальность приобретает регулирование хозяйственной деятельности человека с целью сохранения водных биологических ресурсов и среды их обитания, недопущения стихийного и необдуманного их использования, своевременного предотвращения и (или) минимизации наносимого ущерба. Важным элементом регулирования хозяйственной деятельности на водных объектах является нормативно-правовая база, обеспечивающая сохранение биологического разнообразия и природных ресурсов (в том числе водных биоресурсов).

С этой точки зрения основными природоохранными нормативными документами, регулирующими любую хозяйственную деятельность на водных объектах рыбохозяйственного значения, являются:

- Федеральный закон от 24 апреля 1995 г. № 52-ФЗ «О животном мире» (Собрание законодательства Российской Федерации, 1995, № 17, статья 22, статья 24).
- Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2002, № 2, ст. 133).
- Федеральный закон от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов»;
- Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 г. №74-ФЗ (в редакции Федерального закона от 04.12.2006 г. № 201-ФЗ).
- Постановление Правительства РФ от 29.04.2013 г. №380 «Об утверждении Положения о мерах по сохранению водных биологических ресурсов и среды их обитания»;
- Постановление Правительства РФ от 30.04.2013 г. №384 «О согласовании Федеральным агентством по рыболовству строительства и реконструкции объектов капитального строительства, внедрения новых технологических процессов и осуществления иной деятельности, оказывающей воздействие на водные биологические ресурсы и среду их обитания».

Созданная в настоящее время нормативно-правовая база РФ устанавливает, что при проектировании и осуществлении работ на водных объектах рыбохозяйственного значения, в пределах водоохранных зон и водосборных

бассейнов должны предусматриваться и осуществляться мероприятия по максимальному предотвращению негативного воздействия на водные биологические ресурсы, условия их обитания и воспроизводства. Размещение объектов, производство работ, внедрение новых технологических процессов и иная деятельность предусматриваются в местах, в сроки и способами, оказывающие минимальное влияние на водные экосистемы и водные биоресурсы. При этом должна обеспечиваться неприкосновенность участков, представляющих особую ценность для воспроизводства водных биологических ресурсов.

Если эти мероприятия не позволяют избежать отрицательного влияния на экологические условия водных объектов и полностью обеспечить сохранение и воспроизводство биоресурсов, производится оценка причиняемого биоресурсам вреда и разработка компенсационных мероприятий по сохранению и восстановлению запасов рыб.

Негативное влияние хозяйственной деятельности на водные биоресурсы и среду их обитания в водных объектах рыбохозяйственного значения в настоящее время оценивается согласно «Методике исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам», утвержденной Приказом Федерального агентства по Рыболовству №1166 от 25.11.2011 г. (далее – Методика). Методика включает два самостоятельных раздела: Глава 2 посвящена расчету размера вреда, причиненного водным биоресурсам в результате нарушения законодательства в области рыболовства и сохранения водных биологических ресурсов, а также в результате стихийных бедствий, аномальных природных явлений, аварийных ситуаций природного и техногенного характера, а Глава 3 – расчету размера вреда водным биоресурсам от осуществления планируемой хозяйственной и иной деятельности, влияющей на состояние водных биоресурсов и среды их обитания.

На основании оценки воздействия планируемой хозяйственной деятельности устанавливается размер вреда, которой должен быть компенсирован в полном объеме до момента окончания осуществления деятельности хозяйствующим субъектом. Восстановительные мероприятия, предусмотренные Методикой, осуществляются посредством:

- искусственного воспроизводства водных биоресурсов для восстановления нарушенного состояния их запасов;
- рыбохозяйственной мелиорации водных объектов для восстановления нарушенного состояния мест размножения, зимовки, нагула, путей миграции водных биоресурсов;
- акклиматизации (реакклиматизации) водных биоресурсов для восстановления угнетенных в результате осуществления хозяйственной и иной деятельности запасов отдельных видов водных биоресурсов;
- или создания новых, расширения или модернизации существующих производственных мощностей.

Любая планируемая хозяйственная деятельность, затрагивающая водные объекты рыбохозяйственного значения, в том числе восстановительные

мероприятия, подлежат согласованию с Федеральным агентством по рыболовству и его территориальными органами. При этом, в случае несоблюдения в проектных материалах всех мер по сохранению водных биоресурсов и среды их обитания, ФАР и его территориальные органы принимают решение об отказе в согласовании хозяйственной деятельности.

Вопросы сохранения водных биоресурсов и среды их обитания, а также некоторые положения правовых нормативных документов уже не раз обсуждались в литературе (Зотова, Белянин, Пудовкина и др., 2014; Сонина, Ермолин, Зотова и др., 2014; Торцев, Белоусов, Воронков и др., 2015; Торцев, Белоусов, Воронков, 2016). В данной статье хотелось бы акцентировать внимание на таком моменте, как сроки проведения планируемой хозяйственной деятельности на водных объектах. К сожалению, в настоящее время нормативно-правовая база не ограничивает хозяйствующих субъектов в сроках и способах проведения работ на водных объектах и прилегающей территории (заливной пойме).

Все водные объекты на территории РФ выделены в 8 рыбохозяйственных бассейнов (ст. 17 166-ФЗ): Азово-Черноморский; Байкальский; Волжско-Каспийский; Восточно-Сибирский; Дальневосточный; Западно-Сибирский; Западный; Северный. В целях обеспечения сохранения водных биоресурсов и их рационального использования Министерством сельского хозяйства РФ утверждаются Правила рыболовства для каждого рыбохозяйственного бассейна, которыми устанавливаются ограничения рыболовства, в частности, запрещается осуществлять добычу (вылов) водных биоресурсов на зимовальных ямах и нерестилищах; в пределах, установленных в соответствии с законодательством Российской Федерации охраняемых зон отчуждения гидротехнических сооружений и мостов; в запретных и закрытых районах добычи (вылова) и в запретные для добычи (вылова) сроки (периоды). При этом Правила рыболовства регламентируют «деятельность российских юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и граждан, осуществляющих рыболовство» (как вид хозяйственной деятельности), и ограничения других видов хозяйственной деятельности не предусматривают.

Как показывает практика, многие гидромеханизированные работы, в частности добыча песка на русловых месторождениях осуществляется как по открытой воде, во внезапретный период, так и в запретный период. При добыче песка из подводных карьеров могут применяться различные технологии, которые зависят от типа, используемого для извлечения песка из-под воды горнодобывающего механизма (земснаряд или плавкран, оборудованный грейфером) и способа его загрузки в транспортное средство (баржа-бункер, баржа-площадка). Как правило, хозяйствующие субъекты при планировании своей деятельности выбирают наиболее экономически выгодный способ добычи песка с применением земснарядов. По данным ГосНИОРХ работа земснарядов в весенний период отрицательно сказывается на нересте рыб. Во-первых – разрушаются обычные структуры грунтов (плотные пески заменяются рыхлыми), нерестилища для рыб выходят из строя, возможно на весь текущий период (нерестовый сезон),

во-вторых – распадаются нерестовые скопления рыб (Аршаница Н.М., Каменичева В.Г.,1986, Захаров А.В., Шубин Ю.Н., 1988). В районах добычи песка рыба старших возрастов практически отсутствует (Аршаница Н.М., Каменичева В.Г., 1986). Гидромеханизированные работы в русле водных объектов могут препятствовать прохождению половозрелой части популяции рыб к местам нереста.

Мониторинговые наблюдения, проводимые на участках добычи песка, показывают, что при производстве гидротехнических работ в русле и пойме водных объектов наибольшему прессу негативных воздействий подвергаются ранние стадии развития рыб (икра, личинки, ранняя молодь); работы, связанные с перемещением грунтов в водоемах, оказывают многостороннее негативное воздействие на рыбное население и на рыбное хозяйство в целом.

При проведении оценки воздействия планируемой хозяйственной деятельности на водные биоресурсы согласно действующей Методике мерой по сохранению биоразнообразия является ограничение хозяйственной деятельности в запретный (нерестовый) период, установленный Правилами рыболовства для рассматриваемого водного объекта. Возможность проведения работ в сроки до и постнерестового периода должна определяться на основании мониторинговых наблюдений на участках планируемой хозяйственной деятельности. Однако, данные ограничения носят рекомендательный характер и не имеют юридической основы. В связи с этим в ряде случаев при разработке проектной документации гидромеханизированные работы планируются в нерестовый период.

В целях минимизации причиненного размера вреда водных биоресурсов и охраны рыбных запасов при осуществлении планируемой хозяйственной деятельности, считаем, что необходимо внести корректировки в Правила согласования Федеральным агентством по рыболовству строительства и реконструкции объектов капитального строительства, внедрения новых технологических процессов и осуществления иной деятельности, оказывающей воздействие на водные биологические ресурсы и среду их обитания, утвержденные постановлением Правительства РФ от 30.04.2013г. №384, по срокам проведения планируемых работ и способам ее осуществления, которые могли бы стать основанием для отказа в согласовании осуществления планируемой деятельности ФАР и его территориальными органами. Внесение изменений в нормативно-правовую базу, устанавливающую ограничения в сроках и применяемой технологии осуществления хозяйственной деятельности несомненно приведет к сохранению водных биоресурсов и среды их обитания.

Литература

Аршаница Н.М., Каменичева В.Г. Влияние дноуглубительных работ на ихтиофауну // Влияние гидромеханизированных работ на рыбохозяйственные водоемы: Сб. научн. труд. ГосНИОРХ / Под ред. к.б.н. Лесникова Л.А. – 1986. – Вып.255. – С. 49-54.

Захаров А.В., Шубин Ю.Н. Влияние повышенных концентраций взвешенных веществ на физиологическое состояние рыб // I Всесоюзная конференция по рыбохозяйственной токсикологии. – Рига. –1988. – Ч. 1. – С. 145-146.

Зотова Е.А., Белянин И.А., Пудовкина А.С., Собольская Н.В., Сонина Е.Э., Макаров С.Н. Применение природоохранных технологий механизированных работ на водных объектах// «Рыбохозяйственные водоемы России. Фундаментальные и прикладные исследования» Международная научная конференция, посвященная 100-летию ГосНИОРХ (6-10 октября 2014 г.) – Санкт-Петербург, 2014. С.946-952.

Сонина Е.Э., Ермолин В.П., Зотова Е.А., Макаров С.Н., Пудовкина А.С, Собольская Н.В. Применение мелиоративных работ в качестве компенсационных мероприятий по восстановлению нарушенного состояния водных биологических ресурсов // «Рыбохозяйственные водоемы России. Фундаментальные и прикладные исследования» Международная научная конференция, посвященная 100-летию ГосНИОРХ (6-10 октября 2014 г.) – Санкт-Петербург, 2014. С. 1080-1086.

Торцев А.М., Белоусов А.Н., Воронков В.Б. О совершенствовании законодательства о рыболовстве и сохранении водных биоресурсов в целях эффективной реализации компенсационных мероприятий // Рыбное хозяйство, 2016. № 1. С. 37-40.

Торцев А.М., Белоусов А.Н., Воронков В.Б., Студенов И.И. О разработке Стратегии сохранения водных биологических ресурсов и среды их обитания // Рыбное хозяйство, 2015. № 3. С. 29-34.

ABSTRACT. When assessing the impact of planned economic activities on water resources according to the existing Methodology measure for biodiversity conservation is the limitation of economic activity in the spawning period in the water bodies. This limit is a recommendation and has no legal basis. In order to preserve aquatic bioresources and their habitats it is necessary to amend laws and regulations, establishing limitations on the timing and technologies used in the implementation of the planned economic activity.

ХАРАКТЕРИСТИКА НЕПОЛОВОЗРЕЛОЙ ЧАСТИ ПОПУЛЯЦИЙ МОРСКИХ СЕЛЬДЕЙ В СЕВЕРНОМ КАСПИИ

Т.С. Зубкова
Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (КаспНИРХ), Астрахань, z4039@yandex.ru

Морские мигрирующие сельди зимуют в глубоководной южной части Каспийского моря, в весенний период для воспроизводства перемещаются в мелководную северную часть. Самые массовые по численности виды, относящиеся к данной группе – это каспийский и большеглазый пузанки, долгинская сельдь.

Весной в составе мигрирующих косяков, помимо производителей, есть и неполовозрелые особи в возрасте 1-2 года, совершающие нагульную миграцию. Эти молодые сельди проводят в Северном Каспии весь вегетационный период до поздней осени.

Литературные сведения по сельдям в возрасте от сеголетка до наступления половой зрелости весьма скудны. Известно, что в конце нерестовой миграции сельдей начинается подход в северную часть моря неполовозрелых особей в возрасте 1-3 лет. Косяки нагуливаются на мелководьях преимущественно в районе островов Чечень, Тюлений и Жемчужных банок (Казанчеев, 1981).

Исследователи первой половины прошлого века, проводившие наблюдения весной на неводном промысле сельдей в районе азербайджанского побережья, отмечали прилов молоди, состоящий, главным образом, из долгинской сельди, в меньшей степени из большеглазого и каспийского пузанков (Дмитриев, 1939). В послевоенные годы на промысле у дагестанского побережья в уловах закидных неводов наблюдался прилов молоди сельдей, который нарастал с конца апреля и в отдельных случаях достигал 30% к вылову половозрелой сельди (Демин, 1949). Изучение питания годовиков сельдей в нагульный период вдоль западного побережья Среднего Каспия показало, что в составе пищи ни разу не были обнаружены формы открытого моря (Эпштейн, 1966). Этот факт исследователи объясняли тем, что молодь, подойдя в мелководную зону, держится в ней, не выходя за глубины выше 20-25 м. С осенним похолоданием, как и сеголетки, они отходят на большие глубины.

В желудках годовиков каспийского пузанка были обнаружены копеподы, кладоцеры и личинки балянуса. Значительная часть годовиков долгинской сельди (137-155 мм) питалась мальками рыб. У некоторых встречались кумацеи и мизиды (примерно по 20%). Годовики большеглазого пузанка в основном питались гаммаридами, также мизидами и кумацеей, у более крупных в желудках преобладали высшие раки и рыба. К сожалению, приведенные выше данные по питанию годовиков сельдей более полувека не обновлялись.

Между тем, определение численности годовиков сельдей позволит оценить выживаемость сеголетков после первой зимовки, а изучение их физиологического состояния поможет спрогнозировать степень готовности сельдей к репродуктивному периоду жизненного цикла. Также станет возможным уточнение мгновенной естественной смертности сельдей. Несмотря на то, что в настоящее время младшие возрастные генерации сельдей не охвачены исследованиями в полной мере, нами предпринята попытка систематизировать имеющиеся современные материалы по их распределению на нагульном ареале, по динамике сезонного изменения видового состава уловов, по линейно-весовому росту разных видов сельдей.

В данной работе использованы материалы, полученные в морских экспедициях ФГБНУ «КаспНИРХ», проведенных с июня по октябрь 2013 г. Анализу подвергнуты сельди, выловленные 9 и 4,5-метровыми донными тралами. Подсчитана относительная численность неполовозрелых особей долгинской сельди, каспийского и большеглазого пузанков, нагуливающихся в Северном Каспии, определены районы наиболее плотных скоплений, дана размерно-весовая характеристика сельдей.

В 2000-е годы возросло количество неполовозрелых сельдей разных видов в Северном Каспии в летних и осенних траловых уловах. Во время нагула сельди находились в разреженном состоянии, не создавая больших скоплений. Все были пойманы в районах Главного, Кировского и Белинского банков, на глубине 4-5 м (по материалам отчетов КаспНИРХ). Вероятно, что младшевозрастные сельди не совершают дальние зимовальные миграции в южную часть моря, как старшие особи, а остаются зимовать в Среднем Каспии.

Наши наблюдения в 2013 г. показали, что на протяжении всего вегетационного периода в западной части Северного Каспия в траловых уловах встречаются неполовозрелые сельди. Среди них преобладает теплолюбивый вид - каспийский пузанок, в среднем 79,1%. Долгинская сельдь раньше других сельдей покидает прогретую мелководную акваторию, поэтому ее доля в уловах наименьшая, в среднем 4,5% (табл. 1).

Таблица 1 - **Динамика видового состава (%) траловых уловов сельдей, июнь-октябрь 2013 г.**

Вид	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Среднее
Каспийский пузанок	67,2	80,3	82,9	72,9	82,5	79,1
Большеглазый пузанок	30,4	15,8	9,5	17,1	17,5	16,4
Долгинская сельдь	2,4	3,9	7,6	10,0	-	4,5

Концентрации молодых сельдей на нагульном ареале изменяются по месяцам. Максимальные скопления наблюдаются в июле и августе. С понижением температуры воды уловы значительно уменьшаются (табл. 2). Ухудшение кормовых и гидрологических условий побуждают сельдей скатываться с мелководий Северного Каспия на глубины.

Таблица 2 - **Динамика концентраций 1-2-годовиков сельдей в западной части Северного Каспия в 2013 г. (экз./час траления)**

Месяц	Каспийский пузанок	Большеглазый пузанок	Долгинская сельдь	Всего
Июнь	3,9	1,8	0,1	5,8
Июль	8,2	1,6	0,4	10,2
Август	11,7	1,3	1,1	14,1
Сентябрь	1,4	0,3	0,1	1,8
Октябрь	0,8	0,2	-	1,0
Среднее	5,3	1,1	0,3	6,7

При анализе линейно-весовых характеристик сельдей, нагуливающихся с июня по октябрь в западной части Северного Каспия, сделан вывод о постоянстве возрастного состава косяков рыб. К сожалению, точное определение возраста рыб было невозможно, так как молодые сельди обладают легко спадающей чешуей и быстро теряют ее при обработке тралового улова. При колебаниях длины каспийского пузанка от 11,2 до 17,3 см, средние значения по месяцам были близкими (табл. 3).

Таблица 3 - **Линейно-весовые характеристики каспийского пузанка**

Вид	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Среднее
Длина, см	13,0	13,3	14,0	14,4	13,1	13,6
Масса, г	24,5	28,3	34,5	36,2	23,0	30,1
Коэффициент упитанности по Фультону	1,12	1,20	1,26	1,21	1,02	1,20

По динамике изменения средней массы и коэффициента упитанности каспийского пузанка получен вывод, что самые благоприятные кормовые условия для этого вида - зоопланктофага были в августе и сентябре, после чего упитанность рыб существенно снижалась.

Большеглазый пузанок - хищник, но также как и каспийский пузанок, весь вегетационный период до наступления осенних температур активно нагуливается на мелководьях. Как видно по изменению коэффициента упитанности, максимальный весовой рост происходит в августе-сентябре (табл. 4). Средняя длина большеглазого пузанка составила 14,5 см при массе 37,4 г. В осенние месяцы отмечалось снижение средних линейно-весовых показателей, возможно из-за того, что в составе скоплений уменьшалось количество более крупных особей по причине начинающегося ската в Средний Каспий.

Таблица 4 - **Линейно-весовые характеристики большеглазого пузанка**

Вид	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Среднее
Длина, см	14,6	14,5	15,3	12,9	12,6	14,5
Масса, г	35,1	33,8	47,7	26,3	20,6	37,4
Коэффициент упитанности по Фультону	1,13	1,11	1,33	1,23	1,03	1,23

Долгинская сельдь, в отличие от пузанков, быстрее скатывается в Средний Каспий, на нагульном ареале Северного Каспия задерживаются лишь небольшие косяки. Линейно-весовые показатели долгинской сельди по месяцам изменялись в узком диапазоне и в среднем составляли 15,3 см и 41,3 г. Упитанность по сравнению с пузанками невысокая, максимальное значение зафиксировано в сентябре (табл. 5).

Таблица 5 - **Линейно-весовые характеристики долгинской сельди**

Вид	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Среднее
Длина, см	14,4	14,2	15,9	15,6	15,3
Масса, г	28,2	33,2	45,4	48,0	41,3
Коэффициент упитанности по Фультону	0,94	1,16	1,13	1,26	1,15

Распределение сельдей младшего возраста по нагульному ареалу в летний период неравномерное и в большей степени приурочено к продуктивным зонам, возникающим под действием речного стока. Как отмечали предыдущие исследователи, максимальные скопления наблюдались в районе банок Большая и Малая Жемчужная, банок Тюленья и Становая. Также значительные скопления сельдей (до 100 экз./час траления) летом обнаружены у дагестанского побережья (рис. 1). Отмеченные районы богаты зоопланктоном и обыкновенной килькой и атериной, а значит привлекательны как для зоопланктофагов, так и для хищников.

С понижением температуры воды Северный Каспий постепенно теряет значение нагульного ареала. Концентрации сельдей в осенний период уменьшились в среднем в 8-10 раз. На большей части обследованной акватории уловы колебались от 3 до 6 экз./час траления (рис. 2).

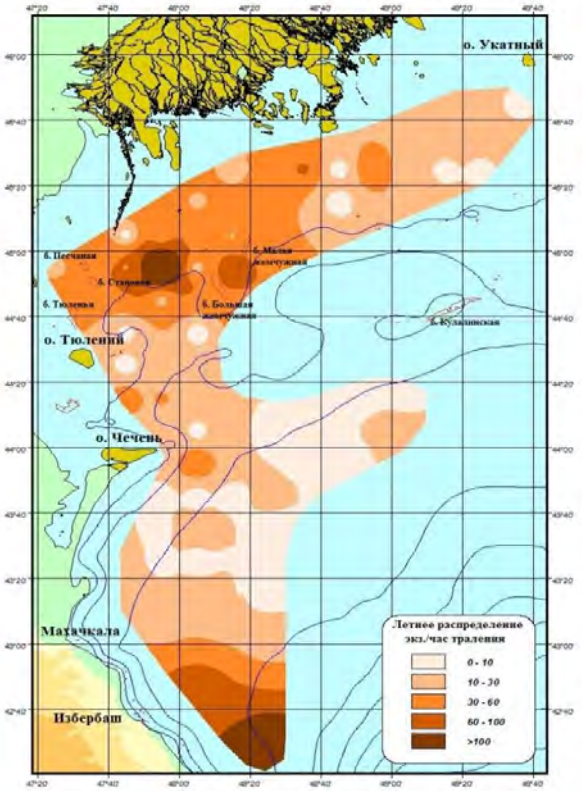


Рисунок 1 **- Распределение младшевозрастных сельдей в летний период 2013 г.**

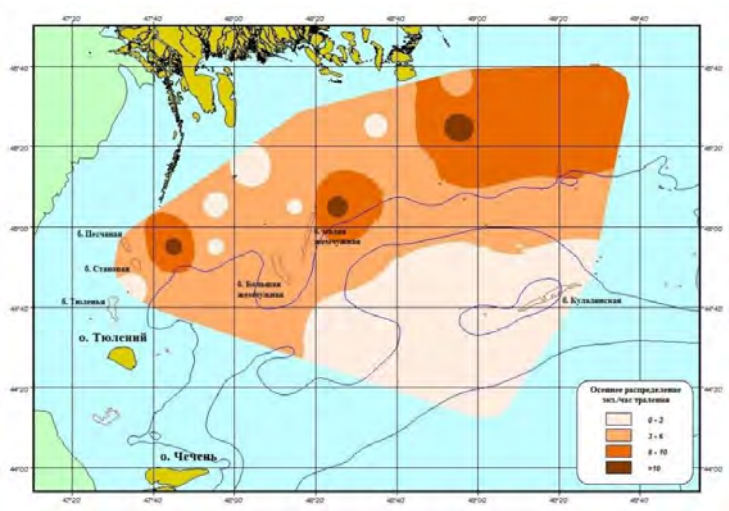


Рисунок 2 - **Распределение младшевозрастных сельдей в осенний период 2013 г.**

Наши исследования ограничиваются подсчетом относительной численности младшевозрастных сельдей, так как расчет их абсолютной численности на данном этапе считаем невозможным. Использование методики, применяемой для перехода от относительной численности сеголетков сельдей к абсолютной, в данной ситуации неуместно. Существует ряд несоответствий: во-первых, учитываются сельди, попавшие и в 4,5-метровый, и в 9-метровый тралы; во-вторых, коэффициент уловистости трала для сеголетков отличается от коэффициента для более активных подросших сельдей; в-третьих, уловы состояли из сельдей не одной, а нескольких возрастных групп, разделить которые пока не удалось. При соблюдении всех этих условий можно получить расчетную абсолютную численность младшевозрастных сельдей, нагуливающихся в западной части Северного Каспия.

Полученные результаты могут стать началом ежегодного мониторинга с целью определения динамики распределения концентраций, оценки линейно-весового роста сельдей в период от возраста сеголетка до полового созревания. Колебания численности рыб на нагульном ареале являются индикатором кормовых условий в западной части Северного Каспия.

Литература

Демин Д.З. Некоторые особенности миграции кильки и молоди сельди у берегов Дагестана // Тр. Дагест. Сельскохоз. Института. 1949. Т. 4. Вып. 1. С. 159-165.

Дмитриев Н. О прилове и поведении молоди сельди в неводах у западного побережья Каспия // Рыбное хозяйство. 1939. № 8. С. 35.

Казанчеев Е.Н. Рыбы Каспийского моря. М.: Пищ. пром-ть, 1981. 165 с.

Эпштейн Б.М. Питание молоди сельдей у западного побережья Среднего Каспия // Тр. ЦНИОРХ Азерб. 1966. Т. 4. Вып. 2. С. 56-90.

ABSTRACT. Marine herrings in age of 1-3 years old are feed in the Northern Caspian Sea from June to October. The work also presents the relative number of immature of the Dolginsk herring, Caspian and big-eyed shad. The article presents the materials on the distribution at the feeding natural habitat, the materials on the dynamics of seasonal changes in species composition of catches, the materials on the linear-weight growth of different species of herrings. The further studies will evaluate the survival rate of underyearlings after the first wintering and to predict the stage of the preparedness of herrings to the reproductive period of a life cycle.

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ И ЗООГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ МАЛЫХ РЕК

В.П. Иванчев, Е.Ю. Иванчева
Окский государственный заповедник, ivanchev.obz@mail.ru

Исторически сложившиеся ландшафты воздействуют на биологическое разнообразие речных экосистем (Богатов, 2012). Кроме того на экосистемы рек, в особенности реактивных малых, большое влияние оказывают антропогенные и зоогенные факторы. Рассмотрим влияние некоторых факторов на структуру рыбного населения малых рек бассейна верхнего Дона и средней Оки.

Сбор материала для оценки влияния некоторых факторов на рыбное население малых рек был проведён в течение 2002-2015 гг.

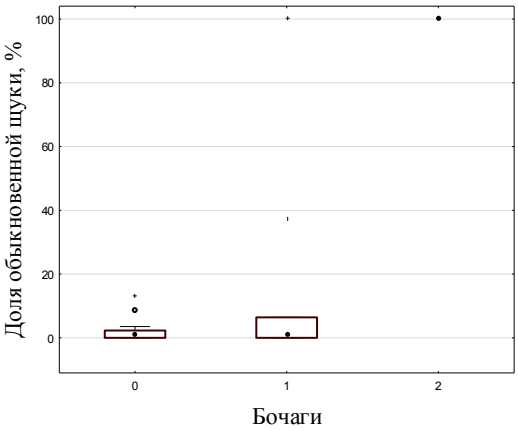
Обловы рек проводили мелкоячеистой волокушей с ячеёй 6.5 мм и длиной 15 м, а на ночь на всех станциях осуществляли постановку сетей с ячеёй 11 или 12 мм и 22-25 мм (по 2 сети на станцию). Оценку влияния деятельности бобра проводили на различных участках нижнего течения р. Паникаблиз бывшего с. Лошаки в Милославском р-не Рязанской обл.: в бобровом пруду (станция № 1), на участке, следующим сразу за плотиной (№ 2), предустьевом участке реки (№ 3) и на омуте выше всех участков приблизительно на 300 м (№ 4).

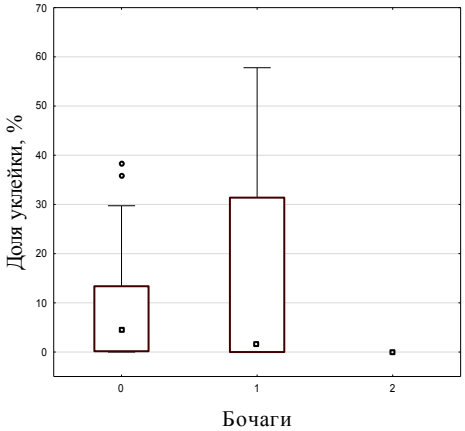
Влияние бочагов на структуру рыбного населения

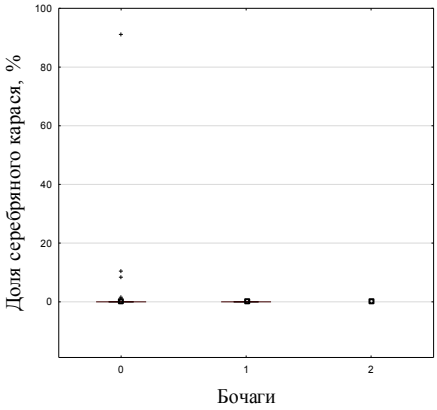
Многие реки Донского бассейна достаточно маловодны не только из-за климатических условий, но и вследствие высокой распаханности земель (Близняк и др., 1945; Мильков, 1982; Дорожкин, 2007; Иванчев др., 2013). В результате одна из характерных особенностей малых рек Верхнего Дона в летнее время – бочажный или прерывисто-бочажный тип русел. Мы рассмотрели влияние различной степени бочаговости на определяющие виды рыб малых рек Окско-Донской равнины и Среднерусской возвышенности.

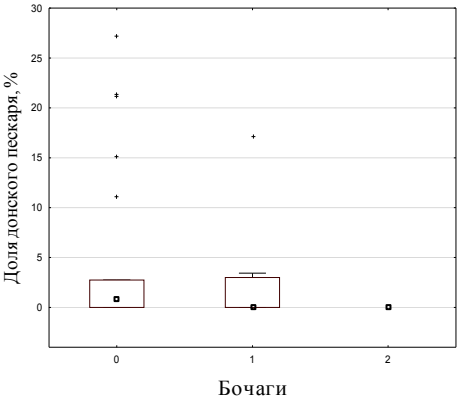
Для рек Окско-Донской равнины определяющими видами являются виды ядра (встречаются во всех орографических образованиях Русской равнины): обыкновенная верховка, уклейка, обыкновенный горчак, обыкновенный пескарь, плотва и виды – индикаторы, маркирующие реки Окско-Донской равнины бассейна Дона: щука, серебряный карась, голавль, обыкновенный елец, краснопёрка и речной окунь. Всего – 11 видов (Иванчев, Иванчева, 2014).

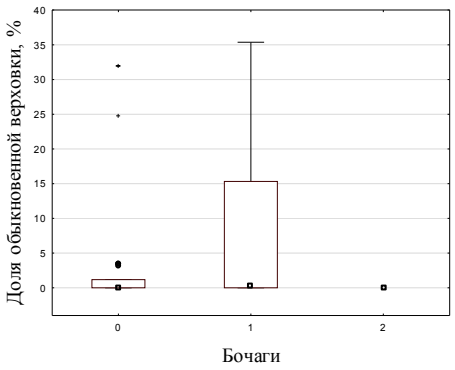
В уловах станций малых рек Окско-Донской равнины при отсутствии бочага высокое обилие (супердоминанты) показали следующие виды: серебряный карась, голавль, обыкновенный елец,плотва, краснопёрка и речной окунь. Обыкновенная щука была супердоминантомна станции крайней степени бочаговости (с бочагом, прерывающим русло). На бочаге с протокой высокое обилие показали щука, уклея и плотва (рис. 1).

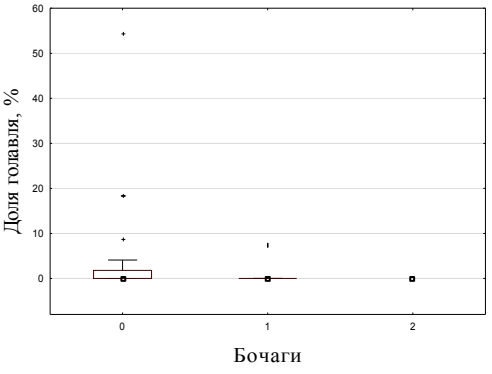

Доля обыкновенной щуки, %
Бочаги


Доля уклейки, %
Бочаги


Доля серебряного карася, %
Бочаги


Доля донского пескаря, %
Бочаги


Доля обыкновенной верховки, %
Бочаги


Доля голавля, %
Бочаги

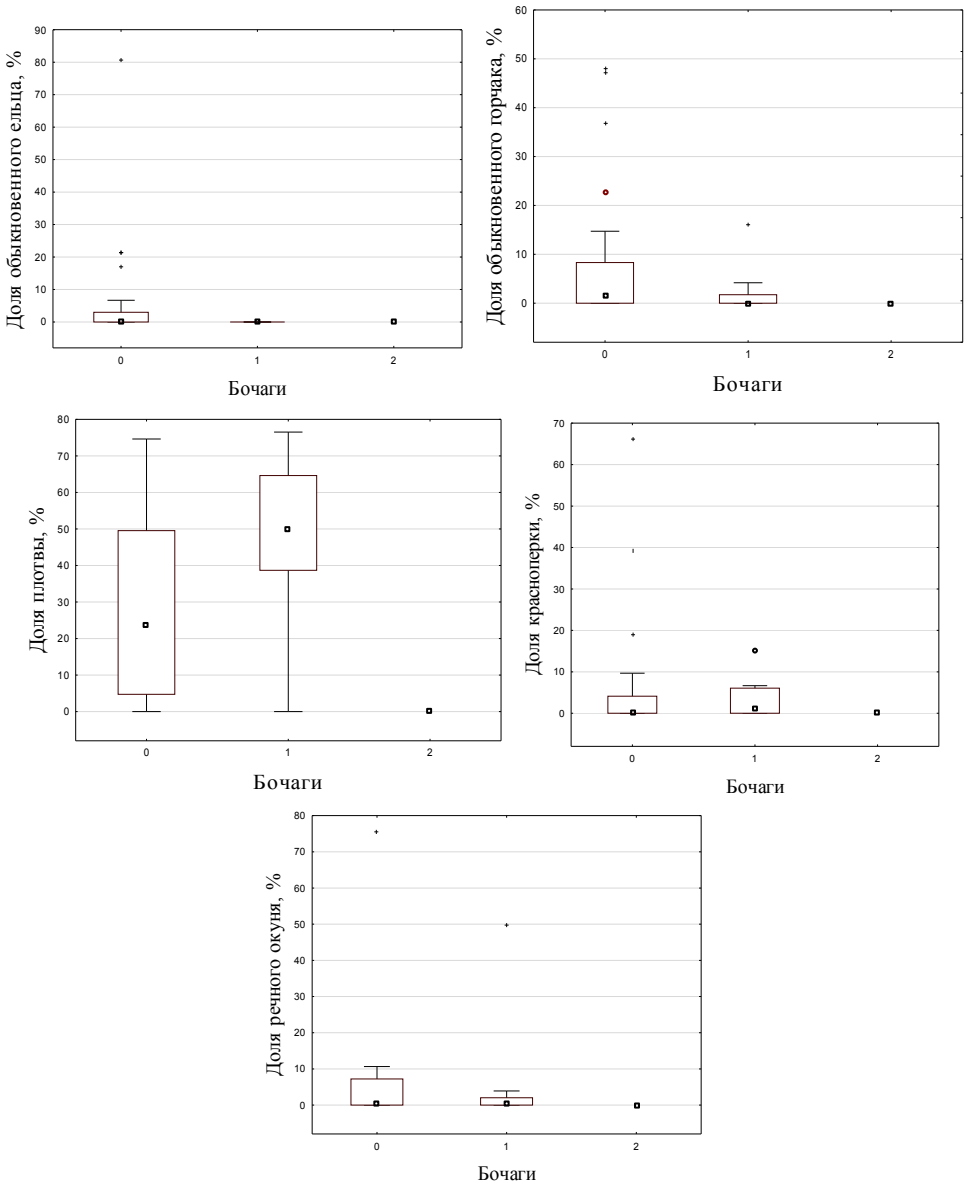
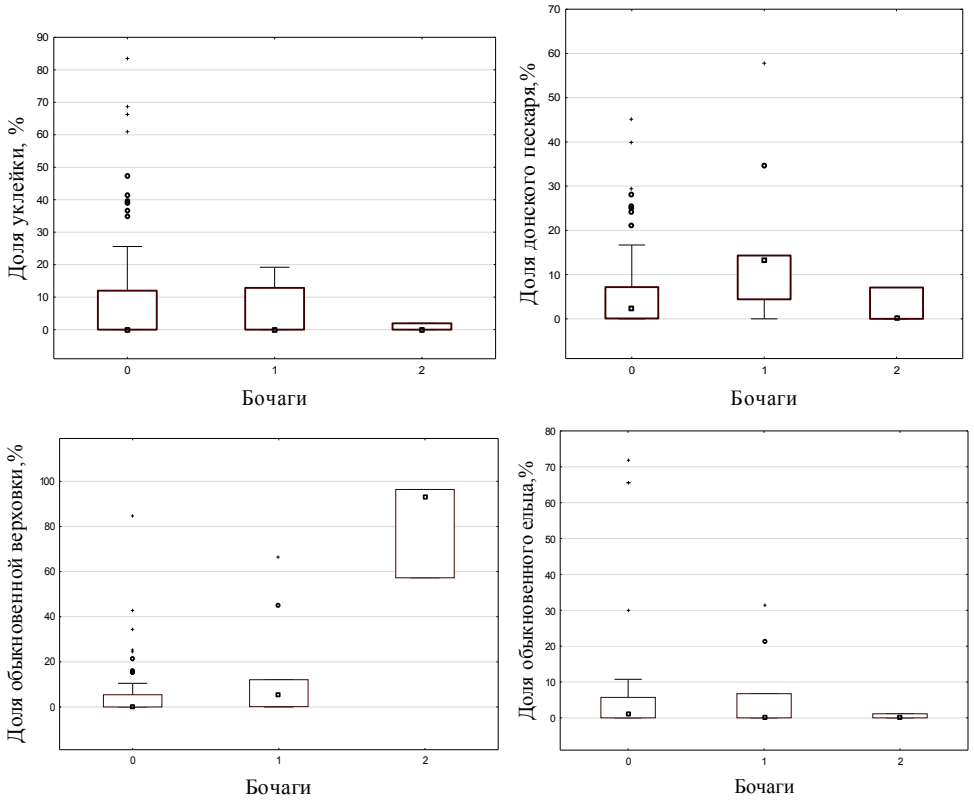


Рисунок 1 - **Квартильные графики Бокса и Вискера обилия значимых доминантных видов на станциях малых рек Окско-Донской равнины бассейна Верхнего Дона при наличии бочага**.

Квадратная точка – среднее значение интегрального индекса, круглая – отдельно стоящее значение. По оси абсцисс - бочаг (0 – бочага нет, 1 – бочаг с протокой, 2 – бочаг прерывает русло).

Для Среднерусской возвышенности определяющими являются 7 видов: виды ядра (см. выше) и вид-индикатор – обыкновенный гольян. Графический анализ воздействия на их обилие разной степени бочаговости представлен ниже (рис. 2).

Таким образом, на станциях без бочагов в супердоминантном состоянии были обнаружены уклейка, верховка, обыкновенный елец, обыкновенный гольян, плотва и усатый голец. На стациях в бочаге, прерывающем русло, обнаружена верховка; на станциях бочагов с протокой – обыкновенный пескарь, верховка и плотва. Избегают бочагов обыкновенный елец, обыкновенный гольян, усатый голец, голавль, красноперка. К бочагам индифферентны верховка и обыкновенная щука.



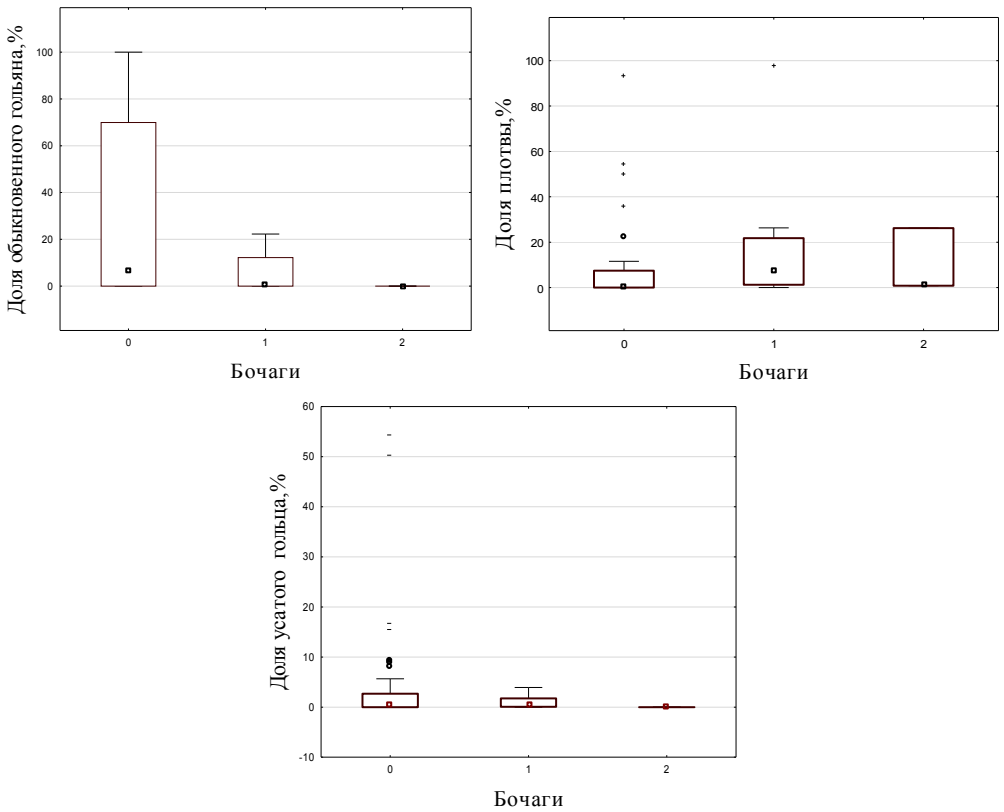


Рисунок 2 - **Квартильные графики Бокса и Вискера обилия индикаторных видов на станциях малых рек Среднерусской возвышенности бассейна Верхнего Дона при наличии бочага**

Квадратная точка – среднее значение интегрального индекса, круглая – отдельно стоящее значение. По оси абсцисс - бочаг (0 – бочага нет, 1 – бочаг с протокой, 2 – бочаг прерывает русло).

Анализ интегральных показателей (табл.1) показал, что видовое разнообразие и видовое богатство имеет наименьшие средние показатели при прерывающемся русле. Наибольшее число видов наблюдается на свободном русле, а видовое разнообразие сходно в бочаге с протокой и на свободном русле.

Таблица 1 - **Интегральные показатели рыбного населения на станциях рек различной степени бочаговости**

	Свободное русло	**Бочаг с протокой**	**Прерывающееся русло**
Число видов	8.4 (1-17)	7.6 (1-16)	6.8 (1-13)
Индекс видового разнообразия Шеннона	1.55 (0-2.84)	1.55 (0-3.13)	0.64 (0-1.79)

Влияние спрямления русел малых рек на структуру их рыбного населения

Спрямление русел рек относится к одному из видов мероприятий осушительной мелиорации, наибольшие масштабы которой в Рязанской области приняли в 1950-1970-х гг. на территории Мещёрской низменности (Кривцов и др., 2008). Спрямление русел оказалось возможным и достаточно удобным проводить на малых реках из-за их размеров. Работ по оценке воздействия мелиорации на рыбное население очень мало, а представленная в них информация носит схематический характер (Дёжкин, Лихацкий, 2005; Шилин, 2006).

Для оценки этого фактора в августе-сентябре 2002-2012 гг. на территории Спасского, Рязанского и Клепиковского районов Рязанской области были проведены исследования на реках Белая и Совка, у которых спрямлены русла на всём их протяжении, и, для сравнения, на реках Курша и Кишня. На каждой реке отловы рыб проводили на 3 станциях, расположенных в верхнем, среднем и нижнем течениях. Также для сравнения – в качестве крайних вариантов спрямления русел – использовали данные по населению рыб различных типов мелиоративных канав: центральной магистральной с отводом воды в реку Оку, накопительной с отводом воды в оз. Лакашинское и замкнутой накопительной канавы в ур. Ковяжи близ с. Ижевское Спасского р-на.

В подвергшихся спрямлению русел реках отмечено уменьшение и видового богатства, и видового разнообразия рыб. По сравнению с ненарушенными реками для них отмечено меньшее число видов рыб как в целом для водотока, так и для отдельных станций (табл. 2). Основная причина этого явления – уменьшение разнообразия биотопов, прежде всего уничтожение перекатов, плёсов и омутов вследствие выравнивания ложа реки, уничтожение заливов и меандр при спрямлении берегов.

Реофилизация рыбного населения в наибольшей степени выражена на отдельных станциях рек Курша и Кишня и магистральной мелиоративной канаве. Максимальный показатель – 73.6%, отмечен в нижнем течении р. Курша. В реках же со спрямлённым руслом виды реофильного экологического комплекса рыб либо вообще не были отмечены (р. Совка), либо, как в среднем и нижнем течениях р. Белая, были очень малочисленны и их доля составляла 0.83-1.48%. В мелиоративных канавах накопительного типа реофильные виды рыб не встречены.

Таблица 2 - **Интегральные показатели рыбного населения на станциях рек и мелиоративных канавах**

Водоток	Станция	Число видов	Доля видов-реофилов	Индекс	
				видового разнообразия Шеннона	доминирования
Р. Белая	I	2	0	0.72	0.28
	II	8	0.83	1.84	0.39
	III	8	1.48	1.49	0.50
Р. Совка	I	5	0	0.95	0.59
	II	6	0	1.47	0.43
	III	6	0	1.63	0.37
Р. Курша	I	10	11.59	2.44	0.26
	II	8	2.32	2.23	0.26
	III	11	73.56	1.92	0.45
Р. Кишня	I	7	72.5	2.22	0.21
	II	12	25.63	1.25	0.65
	III	12	23.46	2.08	0.42
Центральная магистральная канава	I.1	1	0	-	-
	I.2	7	0	1.95	0.30
	II.1	14	6.13	2.53	0.34
	II.2	8	8.43	2.61	0.13
	III.1	9	54.75	2.19	0.31
	III.2	11	10.64	2.46	0.29
Лакашинская канава	I	4	0	1.18	0.41
	II	5	0	2.11	0.09
	III	3	0	1.34	0.16
Ковяжная канава	III.1	2	0	0.99	0.01
	III.2	2	0	0.99	-

Примечание. I – III – соответственно верхнее, среднее и нижнее течения реки.

В центральной магистральной канаве отмечено наибольшее видовое богатство как на отдельных станциях, так и в целом для водотока. В ней сложились условия, в результате которых сформировался наиболее полный видовой комплекс рыб по сравнению со всеми рассматриваемыми в данной разделе реками и мелиоративными канавами. Объясняется это особым её расположением. ЦМК впадает в реку Оку, а в весенний период полностью оказывается под полой окской водой. В неё впадает протока из оз. Лакашинское, по которой происходят перемещения рыб как в весенне-летне-осенний период, так и во время зимних заморов. Кроме того, в ней сильно развито биотопическое разнообразие: имеются ручьевидные и непроточные с застойной водой участки, бобровые пруды и обширные открытые плёсы.

Мелиоративные канавы накопительного типа представляют собой крайний вариант лимнофильных водоёмов. Они, как правило, сильно зарастают водной и прибрежно-водной растительностью, течение в них отсутствует, вследствие чего в них обитает ограниченное число видов рыб.

Подводя итог оценке влияния на рыбное население малых рек спрямления русел, можно отметить следующее.

1) не происходитреофилизации рыбного населения.

2) наибольшие изменения в структуре рыбного населения выражаются в уменьшении видового богатства и видового разнообразия. Это является следствием уменьшения биотопного разнообразия за счёт уничтожения в водотоках различных топических элементов – перекатов, плёсов, омутов, заливов и т.д.

3) при определённых условиях магистральные мелиоративные канавы могут выступать наравне с малыми реками в качестве самостоятельных водотоков с высоким видовым богатством и биологическим разнообразием рыб.

Влияние деятельности бобра на структуру рыбного населения малой реки

Бобры на реке Паника впервые поселились в 2010 г. Построенная в этот год плотина была очень низкой и не перекрывала всю реку. В 2011 г. плотина стала достаточно мощной, перекрывала всю реку, в результате чего был образован первый бобровый пруд.

В этом году (Иванчев и др., 2013) в бобровом пруду как видовое разнообразие, так и количество видов было ниже, чем на соседних участках (табл. 1). Затем при разрушении плотины весенним паводком в 2012 г. видовое разнообразие на месте бывшего пруда стало гораздо большим, чем на соседних, а количество видов увеличилось с 4 до 10. В 2013 г. бобры опять построили плотину, но она была небольшой (перепад воды около 10 см). Видовое разнообразие в пруду было так же, как и в прошлом году, выше, чем на соседних участках. Вероятно, происходит аккумуляция в грунте продуктов жизнедеятельности бобров, привлекающая беспозвоночных - трофической базы рыб, а затем самих рыб. В 2014 г. плотина в полном объеме была сооружена вновь. Интегральные показатели остались выше, чем на соседних участках. В 2015 г. видовое разнообразие в пруду несколько уменьшилось, оставаясь наиболее высоким по сравнению с соседними участками. Вероятно, действует механизм, подобный описываемому в работе Ю.Ю. Дгебуадзе с соавторами (2001): во вновь образованном пруду видовое богатство и разнообразие имеют низкие значения, а в старых – высокие; в нашем случае на месте бывших плотин во вновь образованных прудах или даже на участке бывшего пруда наблюдаются высокие значения интегральных показателей.

Таким образом, в первый год образования бобрового пруда в нем как число видов, так и видовое разнообразие заметно снижается по сравнению с соседними участками. На протяжении следующих лет интегральные показателив пруду увеличиваются, а индекс видового разнообразия в пруду превышает таковой на соседних участках на протяжении всех лет наблюдений. В первый год образования пруда возрастает лимнофилизация населения, доля лимнофилов остается в нем высокой в годы, когдаплотина полностью перегораживает реку.

Относительно отдельных видов: горчак, по-видимому, категорически избегает бобровых прудов - его доля в них составляет лишь доли процента - хотя этот вид характерен для реки; тяготеет же к прудам верховка.

Таблица 3 - **Межгодовая динамика интегральных показателей населения рыб на различных участках р. Паника в межень**

2011 г.				
Показатели	**1**	**2**	**3**	**4**
Число видов	4	8	8	9
Индекс видового разнообразия Шеннона	1.22	2.74	2.78	2.72
Относительная доля видов-лимнофилов, %	86.1	37.9	51.1	46.4
2012 г.				
Показатели	**1***	**2**	**3**	**4**
Число видов	10	7	9	11
Индекс видового разнообразия Шеннона	3.05	2.54	2.78	2.21
Относительная доля видов-лимнофилов, %	31.8	17.7	33.3	23.4
2013 г.				
Показатели	**1**	**2**	**3**	**4**
Число видов	9	12	10	-
Индекс видового разнообразия Шеннона	2.35	1.77	2.0	-
Относительная доля видов-лимнофилов, %	70	20	66.5	
2014 г.				
Показатели	**1**	**2**	**3**	**4**
Число видов	9	7	8	4
Индекс видового разнообразия Шеннона	2.84	2.07	2.55	1.67
Относительная доля видов-лимнофилов, %	71.4	61.6	70.0	42.9
2015 г.				
Показатели	**1****	**2**	**3**	**4**
Число видов	7	8	10	5
Индекс видового разнообразия Шеннона	2.37	2.16	1.93	2.12
Относительная доля видов-лимнофилов, %	35.0	71.4	48.5	73.3

*- участок прошлогоднего пруда
** - плотина не полностью перегораживает реку

Литература

Богатов В.В. 2012. Концепция реобиома. Регионы нового освоения: теоретические и практические вопросы изучения и сохранения биологического и ландшафтного разнообразия. Хабаровск. Тезисы конференции, с. 4-8.

Близняк Е.В., Овчинников К.М., Быков В.Д. Гидрография рек СССР. М.: Наука. 1945.616 с.

Дгебуадзе Ю.Ю., Завьялов Н.А., Крылов А.В., Иванов В.К. 2001. Сезонное распределение рыб в «бобровых» реках Дарвинского государственного заповедника //

Тр. I Евро-американского конгресса по бобру / Тр. Волжско-Камского заповедника. Вып. 4. Казань: 140-151.

Дорожкин Е.В. 2007.Управление природно-технической системой бассейна малой реки / Автореф. диссерт на соиск. уч. степени канд. биол. наук. Екатеринбург. 23 с.

Дежкин В.В., Лихацкий Ю.П. 2005. Легенды и были Усманского бора (хроника уникального заповедника). М.: НИА-Природа, 307 с.

Иванчев В.П., Иванчева Е.Ю. 2014. Структура и формирование рыбного населения малых и средних рек центра Восточно-европейской равнины // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана / Мат-лы лекций II-й Всеросс. школы-конф., 18-22 ноября 2014 г. В 2 томах. Т. 1. Ярославль: 57-82.

Иванчев В.П., Сарычев В.С., Иванчева Е.Ю. 2013. Миноги и рыбы бассейна Верхнего Дона / Тр. Окского заповедника. Вып. 28. Рязань: НП «Голос губернии». 275 с.

Кривцов В.А., Ананьева С.И., Бабушкин Г.М. и др. 2008.Природа Рязанской области. Рязань: Рязан. гос. ун-т, 407 с.

Мильков Ф.Н. Природные зоны СССР. М.: Наука. 1964. 324 с.

Шилин Н.И. Рыбы // Природа Егорьевской земли / Под ред. Очагова Д.М., Короткова В.Н. 2006. М.: ВНИИ Природы, 440 с.

ABSTRACT. In the paper influence of a deep pool degree, a rectification worksand activity of beavers on the fish population of the small rivers is considered.It is shown that at action of factors the composition, structure and integrated indicators of the fish population change.

ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ВИДЫ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ МАЛЫХ И СРЕДНИХ РЕК ЦЕНТРА РУССКОЙ РАВНИНЫ

Е.Ю. Иванчева, В.П. Иванчев
Окский государственный заповедник, eivancheva@mail.ru

О значении малых рек, о необходимости изучения их экосистем сказано немало (Авакян, Широков, 1994; Богатов, 1994; Дгебуадзе и др., 2007; Королёв, Решетников, 2008, Соколов и др., 2001; Allan, 1995; Dgebuadze, 2001; Hynes, 1970; Hartmanetal., 1982; Barnesetal, 1983 и др.). Тем не менее, в нашей стране ихтиологическая составляющая речных сообществ, общие закономерности формирования структуры рыбного населения в зависимости от различных факторов изучена в основном в малых «лососевых» реках Камчатки и Дальнего Востока (Есин и др.,2009; Кузищин и др., 2002; Скопец, 1993; Черешнев и др., 2002). В средней же полосе России описание рыбного населения довольно часто ограничивается лишь констатацией факта присутствия тех или иных видов.

Виды, составляющие рыбное население реки, живут в определенных сообществах соответственно различным биотопам. Как биотопы в пространстве и времени непрерывно изменяются и переходят в следующие, также и сообщество рыб в том или ином объеме пространства и времени – другое, чем в предыдущем и последующем.Согласно теории Аллана (Allan, 1995) водотокам схожего размера в пределах одной геоморфологической области присущи общие черты, при этом в каждом бассейне за счет уникальности его расположения образуется своя последовательность речных зон с характерным набором биотопов, т.е. смена экосистем в континууме бассейна определяется комплексом общих внешних и уникальных внутрибассейновых факторов (Bendaetal. 2004;Knighton, 1998; Montgomery, 1999).Понятие «реобиом» (Богатов, 1994, 2012) как некоторая «надэкосистемная форма организации природных комплексов», как нам кажется, может быть удачно применено к природным комплексам различных орографических районов Русской равнины соответственно бассейнам. При этомв рыбном населении вероятно можно выделить виды, составляющих ядро, – наиболее характерные для всей Русской равнины и индикаторные виды, маркирующие отдельные орографические районы.

Нами выделено 5 реобиомов, соответственно орографическим районам для характеристики рыбного населения: 3 в бассейне Оки (Мещерская низменность, Окско-Донская равнина, Среднерусская возвышенность) и 2 в бассейне Дона (Окско-Донская равнина и Среднерусская возвышенность).

Цель работы: выявить определяющие виды (ядро и индикаторы) для рек орографических образований центра Русской равнины и выяснить влияние основных гидрологических факторов на них.

Материал и методика

Исследования проведены на 172 станциях 74 малых и средних рек бассейнов Средней Оки и Верхнего Дона, расположенных в 8 регионах (Воронежская, Курская, Липецкая, Владимирская, Рязанская, Орловская, Тамбовская и Тульская области).

Среднее течение Оки – это участок от устья Москвы-реки до впадения р. Мокша (Бакастов, 1964). Малые и средние реки – притоки Оки этого участка расположены в трёх орографических районах: Мещёрской низменности, Среднерусской возвышенности и Окско-Донской равнине.

Мещёра – это сниженная и низменная очень мелко расчленённая террасированная озёрно-аллювиальная равнина. Для неё характерны обширные бессточные участки с крупными озёрно-болотными массивами и хвойными лесами, реки с развитыми поймами или имеющие общую пойму с материнской рекой Окой.

Для Среднерусской возвышенности характерны наибольшие для Окского бассейна абсолютные высоты междуречий. Для долин малых рек характерны сегментные поймы, отсутствие или слабая морфологическая выраженность надпойменных террас, часто слабая выраженность склонов (Кривцов и др., 2008).

Окско-Донская равнина характеризуется сравнительно меньшей изрезанностью рельефа, по сравнению со Среднерусской возвышенностью. Долины основных водотоков (Цна, Пара, Ранова, Проня) на Окско-Донской равнине хорошо разработаны и террасированы.

Дон берёт своё начало в северной части Среднерусской возвышенности у г. Новомосковск Тульской области. Границы бассейна Верхнего Дона заканчиваются при впадении в него р. Воронеж (Ковалёв, 1960; Мильков (ред.), 1982). Правые притоки Дона, расположенные на сильно рассечённой глубокими оврагами Среднерусской возвышенности, имеют узкие поймы и высокие скорости течения (Мильков, 1964). Значительная часть левых притоков, протекающих по Окско-Донской равнине, имеют развитые поймы и низкие скорости течения.

Малые реки бассейна маловодны, поскольку верхнее и среднее течение Дона расположены, соответственно, в лесостепной и степной географических зонах, характеризующихся умеренными атмосферными осадками и высокой величиной испарения (Близняк и др., 1945; Мильков (ред.), 1982). На их водность существенно влияет и высокий процент пашен на водосборной территории (Дорожкин, 2007). Вероятно, вследствие этого, одна из характерных особенностей малых рек Верхнего Дона в летнее время – бочажный или прерывисто-бочажный тип русел.

С помощью дендрограмм сходства определялась близость между реками и станциями рек.

В анализе использовался метод главных компонент. Таким образом были выделено ядро видов, характерного для всего района исследования (центр Русской равнины) и виды, маркирующиеразличные орографические области. Считалось, что

сумма модулей собственных векторов определяющих видов по главным компонентам составляет не менее 0.4 ед.

Описание видовой структуры рыбного населения основано на анализе доминирующего комплекса и интегральных показателей – видового богатства (n) и индексов биологического разнообразия (H), основанных на формуле Шеннона. Применялся ранговый коэффициент Спирмена для установления связи между определяющими видами, и физико-гидрологическими факторами.

Для анализа влияния физико-гидрологических факторов, влияющих на состав и структуру рыбного населения малой реки, были взяты 5 параметров водотоков: ширина русла, ширина поймы, степень зарастания высшей водной растительностью, скорость течения, характер грунта. Зарастание оценивали по доле площади, занятой макрофитами от общей площади водного зеркала реки на станции: 0 – растительности нет, 1 – проективное покрытие растительностью до 10%, 2 – до 50%, 3 – до 80%, 4 – до 100%. Характер грунта ранжировали по 6 градиентным баллам: 1 – каменистый, 2 – каменистый с илом, 3 – песчаный, 4 – песчаный с илом, 5 – глинистый с илом, 6 – сильно заиленный.

Для сравнения фаун по бассейнам рек и по орографическим районам мы использовали индекс Серенсена – Чекановского (Песенко, 1982): $K_s = 2c / (a + b)$, где: *a* - количество видов в первом сообществе, *b* - количество видов во втором и *c* - количество видов, общих для двух сообществ.

Названия рыб приводятся по «Атласу пресноводных рыб России» (2002) с учётом последних таксономических и номенклатурных изменений (Рыбы в заповедниках России, 2010).

Результаты и обсуждение

БАССЕЙН ОКИ

Применив для рек Окского бассейна кластерный анализ мы получили достаточно сложно интерпретируемую дендрограмму, в которой все реки по структуре рыбного населения достаточно близки между собой и эвклидово расстояние между большинством из них не более 40 единиц. Исторически сложившиеся ландшафты воздействуют на биологичесекое разнообразие речных экосистем (Богатов, 2012)

Мы установили, что при всей сложности полученной дендрограммы, наименьшее расстояние наблюдается между теми реками, которые принадлежат к одной орографической области. Средние эвклидовы расстояния между каждой рекой и всеми обследованными реками, а также между каждой рекой и реками, протекающими по той же орографической области, достоверно отличаются между двумя рядами данных по критерию Вилкоксона. Таким образом, местоположения рек на определенной орографической области с присущим ей рельефом – основной фактор схожести их по структуре рыбного населения и наоборот.

Мещерская низменность

Всего в 11 реках Мещерской низменности отмечено 30 видов рыб (табл. 1). Видовое богатство на 31 станции изменяется от 2 до 22, в среднем 9.88, а видовое разнообразие от 0.6 до 3.23, в среднем - 1.89 бит. При проведении анализа методом главных компонент выяснено, что пять первых главных компонент определяют 90.5% разнообразия станций по структуре рыбного населения. Выделено 8 видов, вносящих наибольший вклад в разнообразие: щука, лещ, уклейка, горчак, плотва, речной окунь, обыкновенный пескарь, верховка и густера. Все эти виды часто встречаются на станциях рек в доминантном и супердоминантном положении Вероятно, определение связи этих видов, определяющих структуру рыбного населения, с факторами среды позволяет понять значение этих факторов для формирования структуры рыбного населения Мещерской низменности. Все факторы оказались значимыми для обилия рассматриваемых видов.

Рыбное население представленофитофильнымидлинноцикловыми видами, предпочитающие пойму для нереста – лещ, речной окунь, плотва, щука, а также густера. На станциях с перекатамидоминируют реофильные виды – пескарь, уклейка, усатый голец.

Обилие наибольшего количества видов связано с шириной поймы и шириной русла, вероятно, они являются ведущими гидрологическими факторами на станциях Мещерской низменности.

Окско-Донская равнина

Всего на 19 обследованных станциях 8 рек Окско-Донской равнины обитает 29 видов рыб. Видовое богатство на станциях изменяется от 3 до 19, в среднем – 10.6 видов, а видовое разнообразие от 0.04 до 3.13, в среднем – 1.9 бит. Методом главных компонент выяснено, что пять первых главных компонент определяют 95% разнообразия станций по структуре рыбного населения. Выявлено 7 видов, вносящих наибольшее разнообразие в структуру рек Окско-Донской равнины: уклейка, верховка, горчак, плотва, речной окунь, обыкновенный пескарь и усатый голец.

При проведении корреляционного анализа значимыми для определяющих видов оказались все 5 факторов.

Таким образом, на равнине, также как и на низменности, ширина поймы и ширина русла являются основными факторами, связанными с обилием видов.

Среднерусская возвышенность

Всего на 26 обследованных станциях 11 рек Среднерусской возвышенности обитает 27 видов рыб. Видовое богатство на станциях изменяется от 2 до 15, в среднем – 8.9 видов, а видовое разнообразие от 0.22 до 2.99, в среднем – 1.81 бит. При проведении анализа главных компонент, выяснилось, что первые четыре главные компоненты определяют 85% разнообразия. Выявлено, что уклейка, обыкновенная верховка, обыкновенный пескарь, обыкновенный горчак, обыкновенный елец и плотва являются определяющими видами и, следовательно,

вносят наибольшее разнообразие в структуру рек Среднерусской возвышенности. При проведении корреляционного анализа значимыми для определяющихвидов оказались 4 из рассматриваемых факторов: скорость течения, характер грунта, ширина русла и доля проекционного покрытия растительностью

Сообщества рыб часто представлены уклейкой и горчаком при этом соответственно гидрологическим параметрам к ним присоединяются плотва и язь (развитая пойма); обыкновенный елец, усатый голец и обыкновенный пескарь (перекаты) и т.д.

Таким образом, на Среднерусской возвышенности в отличие от остальных орографических образований Окского бассейна ширина поймы как фактор не действует на обилие определяющих и доминирующих видов.Ширина русла, скорость течения, характер грунта и обилие макрофитовдостоверно связаны с отдельными видами.

Для бассейна Оки видами ядра на Русской равнине являются обыкновенная верховка, уклейка, обыкновенный горчак, обыкновенный пескарь и плотва. Речной окунь – общий индикаторный вид для низменности и равнины. Только для низменности – развитых пойм ее рек – характерны в качестве индикаторных видов длинноцикловыефитофилы – обыкновенная щука, густера и лещ. Только для рек равнины, где часто встречаются станции ручьевого типа характерен в качестве индикаторного вида усатый голец и только для возвышенности, где преобладают станции с реофильными биотопами – обыкновенный елец.

БАССЕЙН ДОНА

Всего в бассейне Дона обследовано 37 рек. Дендрограмма не дает однозначных представлений о сходстве рек. Подсчитав средние эвклидовы расстояния между каждой рекой и всеми обследованными реками и между каждой рекой и реками, протекающими по той же орографической области, мы получили достоверное отличие между двумя рядами данных. Дальнейшему анализу станции рек подвергались отдельно по Среднерусской возвышенности и Окско-Донской равнине.

Окско-Донская равнина

На 32 станциях 12 малых рек, протекающих по Окско-Донской равнине, обнаружено 28 видов круглоротых и рыб. Видовое богатство в среднем по станциям – 7.59, колеблется от 1 до 15 видов; видовое разнообразие в среднем по станциям – 1.71, изменяется от 0.36 до 2.63 бит.

Методом главных компонент выяснили, что первые пять компонент определяют около 77.4% разнообразия. Выявлены одиннадцать видов, вносящих наибольший вклад в разнообразие: щука, уклейка, серебряный карась, обыкновенная верховка, голавль, обыкновенный горчак, обыкновенный елец, плотва, красноперка, обыкновенный пескарь и речной окунь и, следовательно, вносят наибольшее разнообразие в структуру станций рек Окско-Донской равнины. Для станций малых

рек Окско-Донской равнины отмечена достоверная связь (при уровне значимости $p < 0.05$) относительного обилия индикаторных видов со всеми рассматриваемыми факторами, кроме ширины поймы.

Плотва – наиболее распространенный вид на Окско-Донской равнине. Рыбныесообщества станций включают также усатого гольца, красноперку, уклейку, обыкновенного горчака, обыкновенного пескаря, обыкновенного ельца, ельца Данилевского, обыкновенную верховку, щуку и язя. На станциях с сильно заиленным дном и обильной высшей водной растительностью преобладают обыкновенный горчак, обыкновенная верховкаи обыкновенная щука.

На Окско-Донской равнине Донского бассейна наиболее значимым фактором является характер грунта, связанным с наибольшим количеством определяющих видов. В меньшей степени действуют скорость течения, ширина русла, обилие макрофитов. Не обнаружено действие ширины поймы**.**

Среднерусская возвышенность

На 64 станциях 23 обследованных рек, протекающих по Среднерусской возвышенности обнаружено 33 вида рыб. Видовое богатство в среднем по станциям – 8.48, колеблется от 1 вида до 17 видов; видовое разнообразие в среднем по станциям – 1.21, изменяется от 0.1 до 3.00.

Для того чтобы оценить какие виды имеют наибольшее значение в формировании рыбного населения мы проанализировали вклад видов в видовое разнообразие с помощью метода главных компонент. Четыре первых главных компоненты определяют 79% разнообразия станций по структуре рыбного населения.

Таким образом, выделено шесть видов, вносящих наибольший вклад в разнообразие (плотва, горчак, верховка, уклейка и обыкновенныйпескарь и обыкновенный гольян). Их ранговые корреляции значимы с 4 рассматриваемыми факторамии лишьзависимость от ширины поймы не обнаружена.

Рыбное сообщество часто представлено реофильными видами. Один из самых распространенных видов – речной гольян: его собственный вектор в пространстве главных компонент составляет 0.9 единиц. Часто в сообществах отмечаются обыкновенный елец, обыкновенный пескарь, жерех и голавль. На станциях с умеренным течением основу рыбного населения составляют уклейка, обыкновенный горчак. В бочагах преобладает верховка.

Ядром видов бассейна верхнегоДона на Восточно-европейской равнине являются обыкновенная верховка, уклейка, обыкновенный горчак, обыкновенный пескарь и плотва. Только для рек возвышенности, где преобладают станции с реофильными биотопами, характерен обыкновенный гольян,а для рек равнины, где более разнообразен набор станций – щука, серебряный карась, голавль, обыкновенный елец, краснопёрка и речной окунь.

Таким образом, индикаторными видами всего района исследований (центра Русской равнины), ядром орографических образований можно считать плотву,

горчака, верховку, уклейку и обыкновенного пескаря (табл.1). Несомненно, все эти широко распространенные виды имеют высокую экологическую пластичность. Горчак – вид с наибольшей экологической валентностью. Не отмечено влияния на его обилие ни одного из всех рассматриваемых естественных гидрологических факторов. Однако наличие растительности для фитофага горчака необходимо, хотя с ее обилием доля горчака не связана. Плотва также ярко выраженный вид – убиквист и встречается при различных гидрологических условиях. Тем не менее, как все длинноцикловыефитофилы, плотва тяготеет к выраженным поймам, широким руслам (Окский бассейн, равнина), а также отрицательно коррелирует с обилием растительности на станциях рек возвышенности Окского бассейна. Верховка тяготеет к биотопам с невысокой скоростью течения, заиленным грунтам, нешироким руслам, достаточно заросшимимакрофитами. Уклейка положительно реагирует на скорость течения, ширину русла, а отрицательно – на обилие макрофитов, предпочитает твердые грунты. Обыкновенный пескарь положительно связан со скоростью течения, отрицательно – с обилием макрофитов, предпочитает твердые грунты.

Таблица 1 - **Количество и распределение определяющих видов по орографическим районам и по бассейнам рек**

Бассейны	**Возвышенность**	**Равнина**	**Низменность**
Ока	Я+обыкновенный елец (6 видов)	Я+Р+усатый голец (7 видов)	Я+Р+обыкновенная щука+лещ+густера (8 видов)
Дон	Я+обыкновенный гольян (6 видов)	Я+Р+обыкновенныйелец+ обыкновенная щука+серебряный карась+красноперка+голавль (11 видов)	

*Здесь и далее: Я – виды ядра, Р – вид равнины (речной окунь)

В Окском бассейне на станциях возвышенности к «ядру» видов добавляется маркирующий возвышенность обыкновенный елец - реофильный вид, предпочитающий твердые грунты, высокую скорость течения и невысокое обилие растительности. На станциях равнины, кроме видов «ядра» наблюдаются речной окунь и усатый голец. Речной окунь, как длинноцикловыйфитофил, тяготеет к пойме и широкому руслу (хотя может встречаться и других биотопах). Усатый голец – ручьевой вид и встречается в биотопах с нешироками руслами, предпочитает выраженную скорость течения. На станциях низменности к «ядру» видов присоединяются индикаторные для низменности виды - лещ, густера и щука. Лещ и густера тесно связаны с шириной поймы.

В Донском бассейне на станциях возвышенности к «ядру» видов прибавляется обыкновенный гольян. Обыкновенный гольян имеет положительную корреляцию со скоростью течения и отрицательную с характером грунта.

На станциях равнины кроме видов, обнаруженных на равнинных реках бассейна Оки, наблюдаются также щука, красноперка, обыкновенный елец, голавль и серебряный карась. Серебряный карась и красноперка положительно связаны с шириной русла, а голавль со скоростью.

Таким образом, наибольшее количество определяющих видов наблюдается на равнинных станциях малых рек Донского бассейна, но при этом большее видовое богатство и большее видовое разнообразие наблюдается на равнине и низменности Окского бассейна (табл. 2) за счет большей выровненности в структуре населения станций и более жесткого доминирования в бассейне Дона. Жесткое доминирование на станциях Донского бассейна обусловлены особенностями биотопов: на возвышенности – это биотопы предгорных рек с высокой скоростью и каменистым дном, которые «отсекают» лимнофильный комплекс видов, на равнине часты запруженные станции и станции с бочагами, которые избегают реофильные виды. В результате мы могли наблюдать станции с минимальным количеством видов: на возвышенности – 1 станция с одним видом, 3 станции с двумя видами и 5 станций с тремя видами; на равнине – 2 станции с одним видом, 2 станции с двумя видами и 2 станции с тремя видами.

Таблица 2 **- Средние значения структурные индексов орографических районов двух бассейнов**

Структурные индексы	**Окский бассейн**			**Донской бассейн**	
	Возвышенность	**Равнина**	**Низменность**	**Возвышенность**	**Равнина**
N	9.18	10.56	10.16	8.36	7.72
H	1.80	1.90	1.92	1.50	1.67
R	0.42	0.44	0.38	0.71	0.67

Таблица 3 - **Сравнение ихтиофаун двух бассейнов и орографических областей по коэффициенту Серенсена–Чекановского**

Донской бассейн	**Окский бассейн**			**Окско-Донская равнина**	**Среднерусская возвышенность**
Равнина - возвышенность	Равнина - возвышенность	Равнина – низменность	Низменность - возвышенность	Окского и Донского бассейнов	Окского и Донского бассейнов
0.75	0.85	0.88	0.81	0.74	0.70

Ихтиофауны различных орографических районов достаточно близки между собой (табл.3). Наиболее значительные отличия по фауне рыб наблюдаются между станциями разных бассейнов рек, как при сравнении их на равнине, так и на возвышенности. Также значительные различия наблюдаются в Донском бассейне между станциями равнины и возвышенности. Меньше всего отличий между станциями равнины и низменности Окского бассейна.

Заключение

Таким образом, для малых и средних рек центра Русской равнины выделено 5 реобиомов, соответственно орографическим образованиям и бассейнам.

Найдены определяющие для рыбного населения виды, которые состоят из ядра (плотва, горчак, верховка, уклейка и обыкновенный пескарь) и индикаторных видов. Виды ядра характерны для рек всего центра Русской равнины, а индикаторные виды маркируют отдельные орографические территории.

Рассматриваемые гидрологические факторы влияют на формирование структуры рыбного населения, при этом ширина поймы имеет значение лишь для Мещерской низменности и Окско-Донской равнины бассейна Оки, все же остальные факторы (ширина русла, скорость течения, характер грунта, степень зарастаемости макрофитами) в той или иной степени связаны с определяющими видами всех орографических территорий.

Литература

Авакян А.Б., Широков В.М. 1994. Рациональное использование и охрана водных ресурсов. Екатеринбург: Изд-во Виктор, 320 с.

Атлас пресноводных рыб России / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Т-во научн. изд. КМК. 2002. Т. 1. 379 с.; Т. 2. 253 с.

*Богатов В.В.*1994. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Изд-во Дальнаука, 210 с.

Богатов В.В. 2012. Концепция реобиома. Регионы нового освоения: теоретические и практические вопросы изучения и сохранения биологического и ландшафтного разнообразия. Хабаровск. Тезисы конференции, с. 4-8.

Близняк Е.В., Овчинников К.М., Быков В.Д. Гидрография рек СССР. М.: Наука. 1945. 616 с.

Дгебуадзе Ю.Ю., Слынько Ю.В., Киящко В.И. 2007. Рыбное население // Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды. М.: 267-279.

Дорожкин Е.В. Управление природно-технической системой бассейна малой реки / Автореф. диссерт на соиск. уч. степени канд. биол. наук. Екатеринбург. 2007. 23 с.

Есин Е.В., Чебанова В.В., Леман В.Н. 2009. Экосистема малой лососевой реки Западной Камчатки (среда обитания, донное население и ихтиофауна). Москва: Товарищество научных издательств КМК, 170 с.

Иванчев В.П., Сарычев В.С., Иванчева Е.Ю. 2013. Миноги и рыбы бассейна Верхнего Дона / Тр. Окского заповедника. Вып. 28. Рязань: НП «Голос губернии». 275 с.

Ковалев Я.К. Физико-географическая и гидрологическая характеристика естественных водоемов Воронежской области // Рыбы и рыбн. хоз-во Воронежской области. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та. 1960. С. 12-36.

Кривцов В.А., Ананьева С.И., Бабушкин Г.М., Водорезов А.В., Давыдова И.Ю., Зацаринный И.В., Казакова М.В., Клопотов В.И., Комаров М.М., Кривцова Л.Д., Лобов И.В.,

Тобратов С.А., Усков В.А., Фионина Е.А., Хлебосолова О.А., Юхина И.Н. Природа Рязанской области. Рязань: Рязан. гос. уг-т им. С.А. Есенина. 2008.407 с.

Королёв В.В., Решетников Ю.С. 2008. Редкие и малочисленные виды круглоротых и рыб бассейна верхней Оки в пределах Калужской области // Вопр. ихтиологии. Т. 48. № 5. С. 611-624.

Кузищин К.В., Павлов С.Д, Груздева М.А, Павлов Д.С., Максимов С.В, Савваитова К.А. 2002. Особенности нерестовой популяции и экология размножения пресноводной микижи *Parasalmomykiss*в бассейне р. Жупановой (Восточная Камчатка) // Вопр. ихтиологии. Т. 42. Вып. 5. С. 626-638.

Мильков Ф.Н. Природные зоны СССР. М.: Наука. 1964. 324 с.

Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука. 1982. 287 с.

Скопец М.Б. 1993. Биологические особенности подвидов сибирского хариуса на Северо-Востоке Азии. Восточносибирский хариус *Thymallusarcticuspallasi*// Вопр. ихтиологии. Т. 33.Вып. 4. С. 469-474.

Соколов Л.И., Цепкин Е.А., Шатуновский М.И. 2001. Верховья рек как рефугии для некоторых видов рыб // Малые реки: Современное экологическое состояние, актуальные проблемы. Тольятти. С. 196.

Черешнев И.А. 1998. Биогеография пресноводных рыб Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука, 131 с.

Allan J.D. 1995. Stream ecology, structure, and function of running waters.Chapman and hall. London. 388 p.

Barnes J. R., Minshall G.W., Plenum N.Y. 1983. Stream ecology: Application and testing of general ecological theory, N.-Y., L., 399 p.

Benda L., Poff N.L., Miller D., Dunne T., Reeves G., Pess G., Pollock M. 2004. Thenetwork dynamics hypothesis: how channel networks structure riverin habitats // Bioscience. V 54.P. 413-427

Dgebuadze Yu.Yu. 2001. The role of land/inland water ecotones in fish ecology on the basis of Russian research – a review // Ecohydrology& Hydrobiology. Vol. 1. P. 229-237.

Hartman G.F., Anderson B.C., Scrivener J.C. 1982. Seaward movement of coho salmon (Oncorhinchuskisutch) fry in Carnation Creek, an unstable coastal stream in British Columbia // Can.J. Fish.Aquat.Sci. V 39.P. 588-597.

Hynes N.B.N. 1970. The ecology of running waters. Univ. Toronto Press, Toronto, 55 pp.

Knighton D. 1998.Fluvial forms and processes.A new perspective. Arnold prod. Great Britain, 383 p.

Montgomery D.R. 1999. Process domains and the River continuum // J. Amer. W. Res. Ass. V. 35. № 2. P. 397-410.

ABSTRACT. Defining species of fish (core and indicators)of the small and average rivers in five main reobioms orographic territories of the center of the Russian plain are revealed. The assessment of influence of hydrological parameters on formation of structure of the fish population is given.

СОСТОЯНИЕ ЗООБЕНТОСНОГО СООБЩЕСТВА ВЕРХОВЬЯ РЕКИ КУБНЯ

А.Р. Ильясова[1], А.В. Мельникова[2]
[1]*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Lie4ka_101@mail.ru*
[2]*Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Казань, d.bugensis@mail.ru*

Водные экосистемы в современных условиях в наибольшей степени подвергаются антропогенному воздействию, которое приводит к изменению условий обитания, видового состава, численного обилия и структуры популяций. Исследование видового состава и структуры донных сообществ очень важны при изучении состояния водных экосистем. В Республике Татарстан (РТ) большое разнообразие водоемов естественного происхождения, обеспечивающие условия обитания для гидробионтов, что создает возможность оценки их разнообразия, а структурная характеристика зообентоса служит хорошим показателем экологического состояния водоемов.

Река Кубня относится к малым рекам и берет свое начало в Ибресинском районе Республики Чувашии и впадает в реку Свияга, будучи ее левым притоком. Длина реки составляет 194 км, а площадь водосбора – 2000 км^2, среднегодовой объем стока – 0.34 м^3. Река извилистая, в долине, ширина которой местами составляет 3–4 км, наблюдаются небольшие озера - старицы. Питание реки, в основном, снеговое (80 %), а на подземное приходится < 1%. Густота речной сети реки составляет 0.1–0.3 км/км^2. Река характеризуется наличием пяти притоков: слева впадают крупные притоки такие, как р. Хома (в истоках р. Хорна с длиной 33.4 км), р. Урюм (48.7 км) и р. Ута (46.0 км); а справа менее крупные – р. Малая Кубня (14.8 км), р. Хиндурла (14.0 км) и р. Кошелейка (13.7 км) (Васюков, 2015).

На экологическое состояние реки оказывают влияние многочисленные населенные пункты. Так, р. Кубня наряду с другими реками Татарстана характеризуется высоким уровнем загрязненности.

Таким образом, целью данной работы было изучение современного состояния бентосного сообщества р. Кубня на территории села Мамадыш - Акилово Зеленодольского района Республики Татарстан.

Материалы и методы. Пробы для полноценного анализа бентофауны были взяты с различных участков с учетом типа грунта и растительности, в условиях стоячих вод, небольшого и относительно быстрого течения. Все участки различались по своим морфометрическим показателям (глубина, ширина, прозрачность и т.п.), что вносило дополнительный интерес для анализа структурной организации бентосных организмов. Исследования проводились в период с июня по октябрь 2014 г. на 4 станциях (рис. 1).

Рисунок 1 - **Река Кубня и станции отбора проб**

Станция № 1 это русловой участок, представленный крутыми берегами с высотой 1.5-2.0 м. Течение среднее, вода прозрачная, грунт представлен илами темно-серого цвета. Глубина в среднем 0.30 м. Ст. № 2 - перекат, по берегам растительность и кустарниковые деревья. Грунты представлены мелкозернистым песком и галькой, глубина 0.10-0.40 м. Этот участок испытывает сильную антропогенную нагрузку, так как является местом водопоя для скота. На ст. № 3 грунты представлены тонкозернистым песком, глубина 0.13-0.35 м. Также как и ст. № 2, испытывает антропогенную нагрузку, так как является местом водопоя для скота. На ст. № 4 течение практически отсутствует, грунты представлены тонким серым илом, глубина составила от 0.25 до 0.59 м.

В ходе проводимых исследований было отобрано и обработано 48 качественных проб зообентоса в соответствии с общепринятыми гидробиологическими методами (Методические.,1984). Для фиксации гидробионтов использовали 70 % спирт. Камеральная обработка выполнялась в лабораторных условиях.

Результаты исследований. За период исследования в верховье р. Кубня было выявлено 37 таксонов зообентоса, представленных 3 типами: Annelida, Mollusca и Arthropoda.

Тип Annelida на реке был представлен двумя классами Oligochaeta и Hirudinea. Класс Малощетинковых червей включал 6 таксонов из 3 семейств – Naididae (*Pristinella bilobata* (Bretscher, 1903), Tubificidae (*Isochaetides newaensis*

(Michaelsen, 1902), *Limnodrilus* sp., *Tubifex tubifex* (O.F Muller, 1773), *Tubifex* sp.) и Lumbriculidae (*Lumbriculus variegatus* (O.F Muller, 1773)). Все перечисленные виды является широко распространенными видами в Палеарктике. На всех указанных станциях были выявлены *Limnodrilus* sp. и *L. variegates*. Олигохета *I. newaensis* на всех станциях присутствовала, за исключением № 2. *P. bilobata* была обнаружена на ст. № 1 и № 3, а представители рода *Tubifex* – только на ст. № 4. Вклад олигохет в суммарные показатели численности и биомассы всего зообентоса составил 10.1±2.0 и 8.4±1.8% соответственно.

Класс Пиявки на исследуемом участке р. Кубня был представлен только двумя видами - *Piscicola geometra* (Linnaeus,1761) и *Erpobdella octoculata* (Linnaeus,1758). Эти виды самые распространенные и многочисленные пиявки, особенно *E. octoculata*, а область их распространения является Евразия. Рыбья пивка была выявлена на всех выделенных станциях, тогда как второй вид только на ст. № 3. Доля их в количественных показателях всего зообентоса была не значительной и составила менее 1%.

Тип Mollusca на реке был представлен только классом Двустворчатые моллюски (Bivalvia) и двумя видами из семейства Pisidiidae (*Euglesa subtruncata* (Malm, 1855) и *Sphaerium nitidum* (Glessin in Wisterlund, 1876). Указанные виды были выявлены на всех станциях, за исключением ст. № 3. Вклад моллюсков в суммарные показатели зообентоса на протяжении всего периода исследования по численности составил 0.2±0.1, а по биомассе - 2.8±1.4%.

Тип Arthropoda включал водяных клещей и класс Insecta. *Hydracarina* sp. способны обитать на всех типах водных объектах и являются распространенными гидробионтами. Они были отмечены на двух станциях (№ 1 и № 3). Однако вклад в количественные показатели всего зообентоса на р. Кубня его был не существенным.

Класс Insecta был представлен 26 таксонами из 6 отрядов: Ephemeroptera - 3 (*Caenis rivulorum* Eaton, 1884, *Polymitarcis virgo* (Oliver, 1791) и *Procleon bifidum* (Bengtsson, 1912)), Odonata - 1 (*Gomphus flavipes* Charpentier, 1825), Hemiptera - 2 (*Aphelocheirus aestivalis* (Fabricius, 1803) и *Micronecta minutissima* Leach, 1817), Coleoptera - 1 (*Hydrochus* sp.), Trichoptera - 2 (*Hydropsyche pellucidula* (Curtis, 1834) и *Lepidostoma hirtum* (Fabricius, 1775)) и Diptera - 17 таксонов. Отряд двукрылых насекомых в свою очередь был представлен тремя семействами: Chironomidae – 15, Limoniidae (*Limoniidae* sp.) и Tipulidae (*Tipula* sp.). Хиромиды включали представителей из 7 подсемейств – Tanypodinae (*Procladius* sp. и *Tanypus* sp.), Diamesinae (*Prodiamesa olivacea* (Meigen, 1804), Orthocladiinae (*Cricotopus* sp.) и Chironominae (Tanytarsini – *Tanytarsus* sp.; Chironomini - *Chironomus plumosus* (Linnaeus, 1758), *Chironomus* sp., *Cryptochironomus defectus* (Kieffer 1913), *Demicryptochironomus vulneratus* (Zett., 1838), *Endochironomus impar* (Walker, 1856), *Glyptotendipes* sp., *Lipinella arenicola* Shilova, 1961, *Lipinella* sp., *Polypedilum gr.nubeculosum* (Meigen, 1818), *Polypedilum* sp.). Насекомые формировали основу суммарных количественных показателей зообентоса на реке, однако максимальный

вклад был отмечен у представителей отряда двукрылых насекомых (по численности 44.0±4.8% и по биомассе 42.2±4.5%). Наибольшее видовое разнообразие и максимальный вклад в количественные показатели было характерно для двукрылых насекомых, главным образом за счет хирономид (Ильясова, Мельникова, 2015).

Большинство выявленных видов являются распространенными видами в Палеарктике.

Среднее количество таксонов на пробу составило 7.1±0.3. Комплекс доминирующих видов, исходя из полученных данных по индексу доминирования (I_d), представлен 4 видами (*C. plumosus* – 4.3, *G. flavipes* – 3.6, *M. minutissima* – 2.6 и *L. arenicola* – 1.1), которые составляют по численности 94.5 % и по биомассе 66.2% суммарных показателей зообентоса на исследуемом участке реки. Эти же виды характеризовались наибольшей частотой встречаемости (> 50%) и, соответственно, относились к основным видам. К второстепенным видам, встречаемость которых находилась в пределах от 25 до 50%, были отнесены *Tanypus* sp., *Limnodrilus* sp., *C. rivulorum, L. variegates*, *P. geometra* и *Chironomus* sp.

Индекс видового разнообразия Шеннона (H_N) выражает как выравненность относительной численности видов в сообществе, так и видовое разнообразие. Таким образом, чем выше значение индекса, тем выше стабильность экосистемы и благополучнее состояние водоема. В ходе исследований индекс H_N находился в пределах от 0.076 до 3.487 бит/экз., а средние его значения составили 1.507±0.126 бит/экз. Полученные результаты говорят о низком видовом разнообразии зообентоса на исследуемом участке р. Кубня. Однако, значения индекса значительно выше тех, которые указывались в литературе для участка реки около населенного пункта Русское Азелеево (0.50 бит/экз.), когда было выявлено лишь 3 вида зообентоса (Экологические …, 2003).

Был проведен анализ структурных показателей сообществ зообентоса, которые могут быть использованы как дополнительные методы для оценки состояния бентосных сообществ. В работе были использованы индексы выравненности Пиелу (e) и видового богатства Маргалефа (D_{Mg}) и Менхиника (D_{Mn}), отражающие равномерность численности беспозвоночных разных таксонов в сообществе и соотношение числа выявленных таксонов к общей численности беспозвоночных. При большем качественном богатстве и минимальной численности беспозвоночных индексы достигают максимальных величин (Шитиков и др., 2003). Индекс выравненности Пиелу (e) в среднем за период исследований составил 0.57±0.05, а индексы видового богатства Маргалефа (D_{Mg}) и Менхиника (D_{Mn}) - 1.33±0.06 и 0.75±0.06 соответственно.

Сравнительный анализ таксономического разнообразия по станциям на р. Кубня показал доминирование по видовому богатству двукрылых насекомых, однако минимальное его значение были характерны для ст. № 4. В целом наибольшее таксономическое разнообразие было выявлено на станциях № 2 и № 3, а минимальное на ст. № 4 (табл. 1).

На всех четырех станциях были обнаружены олигохеты *Limnodrilus* sp. и *L. variegates*, пиявка *P. geometra*, поденка *C. rivulorum,* личинка стрекозы *G. flavipes*, клоп *M. minutissima*, и хирономиды *Procladius* sp., *Tanypus* sp., *C. plumosus* и *L. arenicola.*

Только на ст. №1. были встречены личинки хирономид *E. impar* и *P. olivacea*, а представители отряда жуков и ручейников не выявлены. Наиболее часто здесь встречались *L. arenicola* (в 100% проб) и *C. plumosus* (91.7%).

На ст. № 2 были обнаружены относительно редкие или находящиеся под угрозой исчезновения виды - *Polymitarcis* (=*Ephoron*) *virgo*, занесенный в Красную книгу РТ и находится под статусом малоизученный вид (IV категория) (Красная книга…, 2006, Яковлев, 2010). Поденка имеет широкое распространение в Европейской части России, а также указана ее обнаружение для ряда малых рек на территории Республики Татарстан, в частности и для р. Малый Цивиль (Экологические …, 2003). Также только для этой станции были характерны личинка жука *Hydrochus* sp. и хирономиды *Glyptotendipes* sp. и *Polypedilum* sp. Наибольшей частотой встречаемости здесь характеризовались, также как и на ст. № 1, *C. plumosus* (в 100% проб) и *L. arenicola* (75.0%).

Таблица 1- **Таксономическое разнообразие зообентоса по станциям на р. Кубня**

Группа	**Станция**			
	1	**2**	**3**	**4**
Oligochaeta	4	2	3	6
Hirudinea	1	1	2	1
Bivalvia	2	2	-	2
Hydracarina	1	-	1	-
Ephemeroptera	1	3	2	2
Odonata	1	1	1	1
Hemiptera	1	2	2	1
Coleoptera	-	1	-	-
Trichoptera	-	1	2	-
Diptera	11	10	10	6
Всего	**22**	**23**	**23**	**19**

«-» - не обнаружен

На ст. № 3 часто встречались в пробах *C. plumosus* (83.3%) и *M. minutissima* (100%), и только здесь были выявлены пиявка *E. octoculata*, ручейник *L. hirtum* и представители Diptera - *Cricotopus* sp., *Limoniidae* sp. и *Tipula* sp.

На ст. № 4 были обнаружены все указанные таксоны олигохет для исследуемого участка реки, но наблюдалось минимальное количество выявленных групп зообентоса (7). Только здесь был обнаружена олигохета *Tubifex* sp., а максимальная встречаемость в пробах была характерна для *C. plumosus* (100%) и *G. flavipes* (75%).

На всех указанных станциях р. Кубня выявлен примерно сходный комплекс доминирующих видов (табл. 2).

Таблица 2- **Комплекс доминирующих видов зообентоса по станциям на р. Кубня**

Ст. № 1		**Ст. № 2**		**Ст. № 3**		**Ст. № 4**	
Вид	I_d	**Вид**	I_d	**Вид**	I_d	**Вид**	I_d
C. plumosus	3.4	*C. plumosus*	4.0	*M. minutissima*	6.3	*C. plumosus*	6.9
L. arenicola	2.6	*G. flavipes*	3.8	*G. flavipes*	4.7	*G. flavipes*	3.9
G. flavipes	2.5	*M. minutissima*	2.7	*C. plumosus*	2.0	*Limnodrilus* sp.	1.3
M. minutissima	1.9			*L. arenicola*	1.1	*Tanypus* sp.	1.0
Limnodrilus sp.	1.5						
D. vulneratus	1.3						

I_d – индекс доминирования

Минимальные значения индексов видового разнообразия Шеннона (H_N) и выравненности Пиелу (e) наблюдались на ст. 3, а видового богатства Маргалефа (D_{Mg}) и Менхиника (D_{Mn}) – на ст. 1 (табл. 3). Однако достоверных различий по участкам не было выявлено.

Такое распределение структурных показателей сообщества зообентоса, скорее всего, зависит от морфологических особенностей станций, характера грунта и подверженности антропогенной нагрузке. Станции №2 и №3 характеризовались песчаным типом грунта и являлись местом водопоя скота, в результате чего наблюдались низкие значения H_N и e, по сравнению с другими станциями.

Таблица 3. **Распределение показателей индексов видового разнообарзия Шеннона (H_N), выравненности Пиелу (e) и видового богатства Маргалефа (D_{Mg}) и Менхиника (D_{Mn}) зообентоса по станциям**

Индекс	**Ст. № 1**	**Ст. № 2**	**Ст. № 3**	**Ст. № 4**
H_N, бит/экз.	1.633±0.224	1.492±0.344	1.185±0.257	1.705±0.124
e	0.61±0.08	0.61±0.15	0.43±0.10	0.62±0.04
D_{Mg}	1.29±0.12	1.38±0.14	1.32±0.14	1.32±0.09
D_{Mn}	0.66±0.08	0.85±0.16	0.75±0.15	0.74±0.06

Таким образом, полученные данные вносят вклад в познание биологического разнообразия групп зообентоса р. Кубня. Сведения о видовом составе и структуре сообщества зообентоса имеют значение для биогеографической характеристики региона и прилегающих территорий. Полученные данные могут быть использованы в гидробиологическом мониторинге состояния водных экосистем.

Литература

Васюков, С.В. Кубня / С. В. Васюков // Статья из Чувашской энциклопедии [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://enc.cap.ru/?t=publ&lnk=576 -Дата доступа: 22. 02. 2015.

Ильясова А.Р., Мельникова А.В. Оценка качества вод реки Кубня по видовому разнообразию зообентоса // Материалы X Всероссийская конференция «Промышленная экология и безопасность», посвященная А.И. Щеповских / Журнал экологии и промышленной безопасности, № 1-2, 2015. С. 23-27.

Красная книга Республики Татарстан. Казань: Изд-во «Идель-Пресс», 2006. – 832 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах: Зообентос и его продукция / Сост. А.А. Салазкин, А.Ф. Алимов, Н.П. Финогенова; ГосНИОРХ, Л. 1984. – 52 с.

Ткачев Б.П., Булатов В.И. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы. Аналитический обзор / ГПНТБ СО РАН. – Новосибирск, 2002. – 114 с.

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. - 239 с.

Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.

Экологические проблемы малых рек Республики Татарстан (на примере Меши, Казанки и Свияги). Казань: Издательство «Фэн», 2003. 289 с.

Яковлев В.А. Охраняемые водные беспозвоночные Республики Татарстан. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2010. – 140 с.

ABSTRACT. The paper presents the main results of the study of the benthic communities in the upper reaches of the river Kubnya River (on the territory of the Republic of Tatarstan Zelenodolsk district), conducted during 2014. It has been revealed 37 taxa of zoobenthos presented 3 types: Annelida, Mollusca and Arthropoda. Discovered a rare species - mayflies *Polymitarcis* (= *Ephoron*) *virgo* and *Ephemera lineata*. Analysis was conducted taxonomic diversity and structural indicators of zoobenthos communities on research stations

СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ОБЫКНОВЕННОГО СУДАКА *SANDER LUCIOPERCA* LINNAEUS, 1758 В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕЙ ОБИ

Е.А. Интересова
Новосибирский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», Новосибирск;
Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск
tomsk.fish.science@gmail.com

Обыкновенный судак *(Sander lucioperca L.)* – один из чужеродных видов рыб, успешно акклиматизированных в бассейне Оби. Работы по его интродукции начались в середине XX века с водоемов Зауралья и водохранилищ в верховьях Иртыша. Вселение судака в бассейн Верхней Оби произошло в начале 60х годов XX века: в 1959 - 1964 годах 30,9 млн. личинок этого вида было получено путем доинкубации икры, завезенной из Европейской части страны (оз. Жижицкое, оз. Селигер, Рыбинского водохранилища и Куршского залива) в заливах Новосибирского водохранилища (Феоктистов, 1970). К настоящему времени судак успешно натурализовался во всем бассейне, известен от верховий Оби и Иртыша (Соловов, 1971; Рыбы Казахстана, 1992; Кудерский, 2001; Экология рыб…, 2006) до Обской и Тазовской губы (Анчутин В.М., 1976; Экология рыб…, 2006), обитает во всех крупных притоках – Чулыме, Кети, Васюгане, Тоболе, Ишиме, уральских притоках Нижней Оби (Амстиславский, 1973; Карасев, 2003; Кижеватов, 2010; Коломин, 2011; Злотник, 2014). Судак характеризуется высокой скоростью саморасселения и относительно высокой успешностью интродукции в бассейне Оби (Интересова, 2016), является неотъемлемым компонентом промысла в регионе и излюбленным объектом любительского рыболовства. Однако относительно многочислен судак только в Новосибирском водохранилище: после появления этого вида в промысловой статистике в 1968 году, к середине 1970-х годов он вошел в группу доминирующих видов и с тех пор составляет около 10% от общего вылова рыб (Котов, Визер, 2000). Ниже Новосибирского водохранилища, в бассейне Средней Оби, судак появился в 1970-х годах, но доля его в уловах не велика и вплоть до сегодняшнего времени колеблется около 1%. Аналогичная картина наблюдается и выше Новосибирского водохранилища – после появления в начале 1970-х годов, судак является промысловым видом рыб, но его доля в уловах также не превышает 1% (Водоемы…, 1999). Немногочислен судак в Иртыше и его притоках (Карасев, 2003; Коломин, 2011), и только в водохранилищах в его верховьях составляет около 10% вылова (Рыбы Казахстана, 1992).

Целью данной работы является анализ динамики объемов добычи обыкновенного судака и связи его уловов с гидрологическими условиями в бассейне Средней Оби в пределах Томской области.

Материалом для настоящего исследования послужили архивные материалы Новосибирского филиала ФГБНУ «Госрыбцентр», полученные в ходе многолетних

исследований состояния водных биологических ресурсов региона, а также собственные наблюдения автора. Для анализа связи уловов судака с гидрологическими условиями использовали данные по вылову за период с 1978 по 2000 годы. Для анализа связи массы и водности предыдущего года использованы данные 2006-2014 годов, полученные в ходе исследований состояния промыслового стада судака (р. Обь, с. Парабель, промлов). Связи гидрологических и биологических данных оценивали с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Статистическая обработка материала проведена с использованием пакета анализа данных программы Microsoft Excel и Statistica 6.

В бассейне Средней Оби судак обитает преимущественно в самой Оби и в ее крупных правобережных притоках. В левобережных притоках редок. Также редок в озерах, иногда единично отмечается в пойменных водоемах (Интересова, Блохин, 2014).

В промысле в Томской области судак стал фиксироваться с 1976 г. Абсолютные значения объемов добычи этого вида не велики и колеблются от 2,2 до 40 т в год (в среднем за все годы промысла – 14 т), а доля в общем вылове – от 0.2 до 2.4% (в среднем - 0.8%). Следует отметить существенные колебания как объемов добычи судака в абсолютных значениях, так и доли данного вида в общем вылове (рис.1). Продолжительное снижение объемов добычи судака в 2000-х годах в большей степени обусловлено общим снижением интенсивности промысла и не может служить материалом для анализа состояния запасов судака в бассейне Средней Оби.

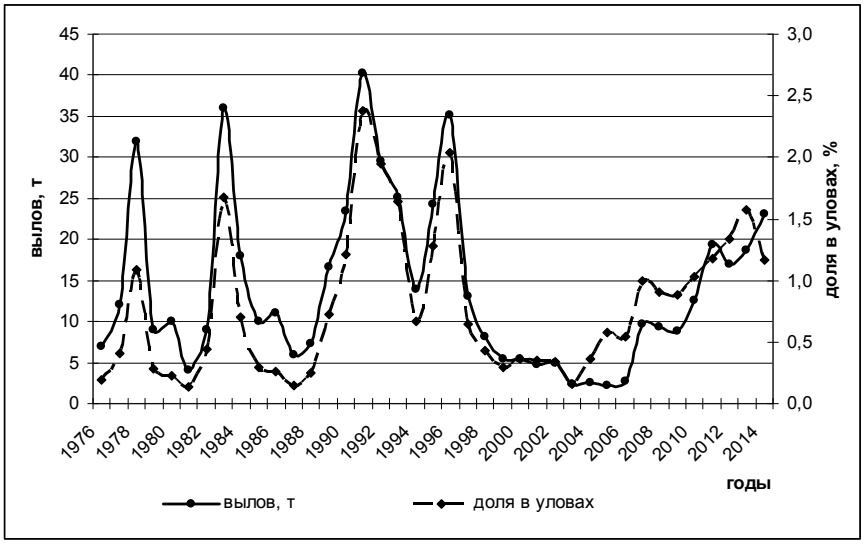


Рисунок 1 - **Уловы судака в водоемах Томской области** (по официальным данным)

Богатство рыбных ресурсов Средней Оби в значительной степени обусловлено наличием обширной поймы, где в период весеннего половодья происходит размножение и нагул аборигенных весенне-нерестующих наиболее массовых видов рыб, в первую очередь – щуки, язя, плотвы и окуня. Высота подъема уровня воды во время половодья и продолжительность залития поймы определяют условия размножения, нагула и, в итоге, урожайность ежегодно появляющихся поколений фитофильных видов рыб (Иоганзен, 1953; Трифонова, 1984). Установлена тесная положительная связь величины пополнения щуки и плотвы с показателями уровненного режима в годы появления данных поколений (Трифонова, 1984). При анализе связи уловов судака с гидрологическими условиями обнаруживается отрицательная зависимость объемов добычи данного вида от продолжительности залития поймы в предшествующий год: малопродолжительное затопление поймы определяет рост уловов на следующий год и наоборот, длительное стояние воды на пойме вызывает снижение уловов (рис. 2).

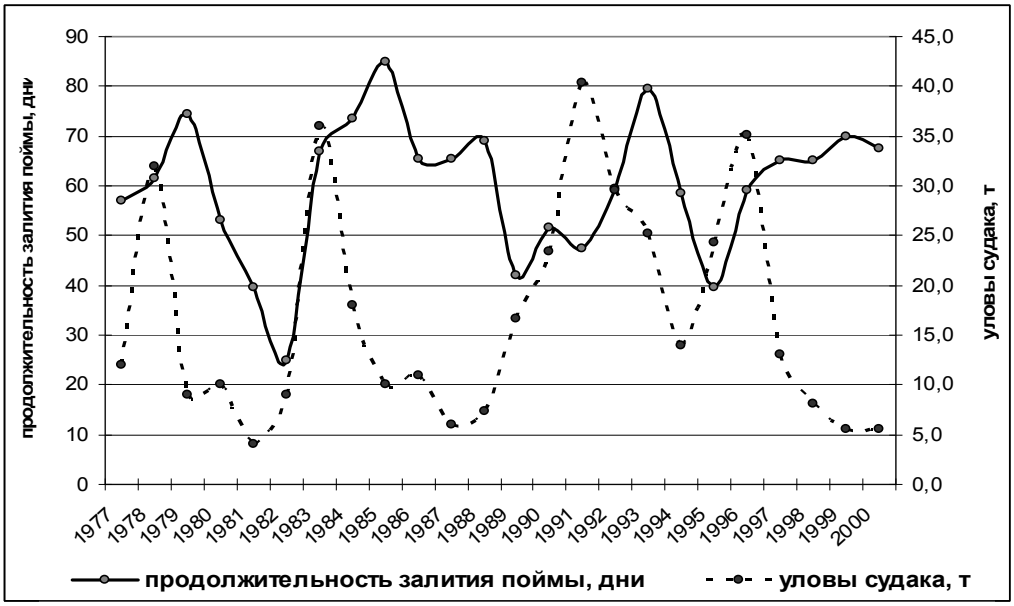


Рисунок 2 - **Уловы судака в водоемах Томской области (по официальным данным) и продолжительность залития поймы**

Коэффициент корреляции Спирмена между этими показателями составил -0.454 (при $p < 0.05$). Зависимость между объемом добычи судака и продолжительностью залития поймы в предыдущий год описывается уравнением $y = -24{,}639\ln(x) + 116{,}68$, где y - объем добычи судака, а x - продолжительность залития поймы предыдущего года.

В бассейне Средней Оби судак известен в возрасте до пятнадцати лет. Основу промысла данного вида составляют 4-5 летние особи. Размеры судака в последние три года (2013-2015 гг.) в промысловых уловах колеблются от 21 до 65 см (в среднем – 39.1±0.81) , а масса – от 100 до 4 200 гр. (в среднем 954.0 ± 62.6). Максимальные зафиксированные размеры судака в бассейне Средней Оби – 76 см при массе 8 кг. Показатели линейного и, особенно, весового роста судака в бассейне Средней Оби сильно колеблются по годам (таблица).

Таблица - **Длина (SL, см) и масса (m, г) судака *Sander lucioperca* Средней Оби в разные годы (Парабельский р-н Томской области)**

Год	Возраст, лет								Кол-во экз.
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	
2006	–	–	25,9 213,0	33,8 524,0	44,6 1155,0	48,8 1492,0	63,7 4452,0	70,0 5900,0	100
2007	–	24,4 172,0	–	34,9 619,0	45,4 1475,0	55,0 2474,0	–	–	150
2008	–	20,5 97,0	–	31,2 407,0	44,0 1144,0	49,0 1717,0	61,2 3288,0	67,0 4502,0	117
2009	20,7 110,2	22,6 149,7	27,6 295,8	40,6 903,9	48,7 1783,6	57,6 3516,0	–	–	134
2010	–	–	26,8 282,0	32,9 521,3	43,0 1258,6	47,1 1716,2	52,6 2476,9	66,5 5595,0	153
2011	–	–	25,4 231,1	32,6 459,9	41,9 1030,3	51,4 1992,0	56,9 2858,6	61,0 3452,0	109
2012	16,6 52,6	23,7 175,2	25,5 217,8	32,6 459,9	40,5 889,5	53,5 1457,0	58,0 2983,0	–	67
2013	–	24,0 210,0	28,1 312,1	37,6 739,9	44,0 1228,6	53,2 2387,8	57,7 3343,3	62,0 3980,0	93
2014	–	22,0 129,5	29,6 288,3	34,9 599,3	37,7 708,2	47,1 1526,7	–	–	35

При этом обнаруживается отрицательная корреляция между средней массой одновозрастных особей и продолжительностью залития поймы в предшествующий год (для особей 3+ rs = - 0.729, а для особей 4+ rs = - 0.700 при $p < 0.05$). Вероятно, это обусловлено тем, что судак, как пелагический хищник, не выходит на пойму, где в многоводные годы долго держатся его кормовые объекты, и, таким образом, водность года обуславливает различную по годам обеспеченность пищей данного вида.

Литература

Амстиславский А.З. Роль судака в ихтиогенезах левобережных и уральских притоков Оби // в кн. «Водоемы Сибири и перспективы их рыбохозяйственного использования». − Томск: Изд-во Томск-го ун-та, 1973. − С. 46-75.

Анчутин В.М. О нахождении судака в бассейне Тазовской губы // Вопросы ихтиологии. − 1976. − Т. 16. Вып. 3. − С.556-557.

Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования. − Новосибирск: Наука, 1999. − 285 с.

Злотник Д.В. Ревизия видового состава рыб бассейна р.Чулым на современном этапе (бассейн Средней Оби) // Материалы II всероссийской школы-конференции «Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана». − Борок, 2014. − С. 154-157.

Интересова Е.А. Чужеродные виды рыб в бассейне Оби // Российский журнал биологических инвазий. 2016. № 1 - С. 83-100.

Интересова Е.А., Блохин А.Н. Рыбное население озер южно-таежной зоны Западной Сибири // Материалы докладов II Всероссийской конференции с международным участием «Современное состояние биоресурсов внутренних вод» 6-9 ноября 2014 г. Т. 1. − Борок, 2014. − С. 219-223.

Иоганзен Б.Г. Рыбохозяйственные районы Западной Сибири и их биолого-промысловая характеристика // Тр. Томского государственного университета. − 1953, т. 125. − С. 7-44.

Карасев С.Г. Экология и морфологические особенности рыб бассейна нижнего Тобола: Автореф. дис. … канд. биол. наук. − Сургут, 2003. − 18 с.

Кижеватов Я.А. Динамика рыбных ресурсов р.Соби: Автореф. дис. … канд. биол. наук. − Екатерибург, 2010. − 18 с.

Коломин Ю.М. Ихтиофауна водоемов Северо-Казахстанской области // Материалы Всероссийской конференции «Водные экосистемы Сибири и перспективы их использования». − Томск, 2011. − С. 78-82.

Котов В.Д., Визер А.М. Состояние ихтиофауны Новосибирского водохранилища Сибири // Водное хозяйство России. − 2000. − Т. 2. № 5. − С. 439-443.

Кудерский Л.А. Акклиматизация рыб в водоемах России: состояние и пути развития // Вопросы рыболовства. − 2001. − Т.2, № 1 (5). − С. 6-85.

Рыбы Казахстана: в 5-ти т. Т.5. - Алма-Ата: Изд-во «Гылым», 1992. - 464 с.

Соловов В.П. О судаке верховьев Оби // Вопр. ихтиологии. − 1971. − Т. 2, вып. 1. − С. 145 – 147.

Трифонова О.В. Рыбохозяйственная классификация водности Оби // Рыбное хозяйство. − 1984. − № 2. − С. 33-35.

Трифонова О.В. Изменение условий воспроизводства весненнерестующих рыб Средней Оби в результате зарегулирования стока реки // Экология. − 1982, № 4. − С. 68-73.

Феоктистов М.И. Акклиматизация судака в Новосибирском водохранилище: Автореф. дис. … канд. биол. наук. − Новосибирск, 1970. – 21 с.

Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. − М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. − 596 с.

ABSTRACT. Pike-perch (*Sander lucioperca* L.*)* one of the alien fish species, its acclimatization was carried out in the Ob basin in the second half of the twentieth century. Currently pike-perch successfully naturalized in the all Ob basin. In the middle Ob river pike-perch has been caught since 1976. The volume of production of this species are small and range from 2.2 to 40 tons per year. There is a negative relationship of pike-perch catch of the duration of floodplain flooding in the previous year - the Spearman correlation coefficient for these indicators is -0,454 (p = 0.05).

Length and weight of pike-perch in the Middle Ob basin fluctuate greatly from year to year. There is a negative relationship of pike-perch weight of the duration of floodplain flooding in the previous year – the Spearman correlation coefficient for four-year individuals is -0,454 (p = 0.05); the Spearman correlation coefficient for the five-year individuals is -0.700 (p = 0.05). Obviously, pike-perch as pelagic predator, do not go to the flood plain, where his sacrifices inhabit in big flood a long time. Thus, water conditions of year are defines various food supply of pike-perch in different years.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛАНКТОНА, БЕНТОСА И ИХТИОФАУНЫ ВОТКИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А.М. Истомина, П.Г. Беляева, С.Г. Истомин, Е.Ю. Крайнев, Е.М. Кузнецова, М.С. Мелехин

Пермское отделение ФГБНУ "ГосНИОРХ", annamk@yandex.ru

Воткинское водохранилище является одним из основных рыбохозяйственных объектов Пермского края. Заполнение водоема произошло в 1962-1964 гг.

С первого года его существования и до конца 80^{х} гг. XX века проводились систематические наблюдения за состоянием экосистемы водоема. Результаты многолетних наблюдений приводятся в коллективной монографии "Биология Воткинского водохранилища" (1988). В 90^{е} годы прошлого века, в связи с перестройкой экономики нашей страны, комплексные экспедиционные исследования гидробионтов водоема практически прекратились и возобновились только с 2000 г. усилиями сотрудников Пермского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ».

Материалом для настоящей работы послужили пробы фитопланктона, цилиофауны, зоопланктона, макрозообентоса и ихтиофауны, собранные в 2000-2015 гг. в верхнем, среднем и приплотинном районах Воткинского водохранилища. Гидробиологические пробы отбирали на 9 стандартных разрезах, ихтиологический материал - по всей акватории Воткинского водохранилища (от г. Перми до г. Чайковский). Облов рыбы проводили с помощью набора ставных сетей с шагом ячеи от 10 до 100 мм, для характеристики видового состава молоди рыб в прибрежье на разных участках водохранилища использовали лов мальковой волокушей. Сбор и обработка материала проведены по общепринятым гидробиологическим и ихтиологическим методикам (Методика изучения…., 1975, Жариков, 1996, Методические рекомендации …, 1990).

За период наблюдения (2008 по 2015 гг.) в составе альгофлоры Воткинского водохранилища зарегистрировано 349 таксонов рангом ниже рода (294 вида) из 8 отделов водорослей, относящихся к 136 родам, 65 семействам, 35 порядкам. Наиболее разнообразными являются зеленые (30–41% общего состава таксонов) и диатомовые водоросли (30–38%). Синезеленые составляют 11–13% богатства альгофлоры, золотистые 3–10%, эвгленовые 3–6%, динофитовые 1–7%, криптофитовые 0.6–1.8% и желтозеленые 0.5%. Видовое разнообразие водорослей планктона Воткинского водохранилища выше в центральном районе.

Диатомовые водоросли распространены по всей акватории и представлены как центрическими (виды рода *Aulacosira*: *A. granulata* (Ehr.) Sim., *A. ambiqua* (Grun.) Sim., *A. subarctica* (O. Müll.) Haworh.) и *Actinocyclus normanii* (W. Greg.) Hust.), так и пеннатными видами (*Asterionella formosa* Hass., *Diatoma tenue* C.Ag.,

Navicula (*N. viridula, N. rhynchocephala, N. radiosa, N. hungarica, N. menisculus, N. pupula*) и *Nitzschia* (*N. draveillensis, N. amphibia, N. dissipata, N. sigmoidea*), *Fragilaria* (*F. capuchina* Desm.*, F. pinnata* Ehr., *F. crotonensis* Kitt.).

В составе зеленых водорослей отмечаются преимущественно хлорококковые (виды родов *Coelastrum*, *Dictyosphaeriu, Desmodesmus*, *Pediastrum* и *Monoraphidium*), реже вольвоксовые (виды родов *Pandorina* и *Chlamidomonas*) и десмидиевые (виды родов *Cosmarium* и *Closterium*). Наибольшее количество зеленых водорослей отмечается в среднем районе водохранилища.

Синезеленые водоросли, в основном *Aphanizomenon flosaquae* Ralfs ex Born. et Flah., виды рода *Microcystis* (*M. aeruginosa* (Kütz.) Kütz., *M. flosaquae* (Wittrock) Kirchn., *M. pulverea* (H.C.Wood) Forti), *Aphanocapsa incerta* (Lemm.) G.Cronberg et Komárek и *Planktolyngbya limnetica* (Lemm.) Komárková-Legnerová et Cronberg в массе развиваются в конце летнего сезона по всей акватории водохранилища.

Следует отметить постоянное незначительное присутствие по всему водоему динофитовых (*Peridiniopsis penardii* (Lemm.) Bourr.*, Peridinium* sp., *Gymnodinium* sp.), эвгленовых (виды родов *Trachelomonas* и *Euglena*) и золотистых (виды родов *Dinobryon*, *Kephyrion* и *Mallomonas*) водорослей.

Наиболее высокое флористическое сходство (величина индекса Чекановского-Серенсена (Мэгаррн, 1992) составляет 68%) характерно для верхнего и среднего районов. Приплотинный район, где отмечается снижение видового богатства водорослей, особенно диатомовых, менее сходен (56%) с выше расположенными.

С 2010 г. в альгоценозах по численности и биомассе преобладают синезеленые водоросли, создавая в разных районах 57–98% численности и 55–59% биомассы фитопланктона (табл. 1). При этом на некоторых станциях численность синезеленых водорослей достигает 10–50 млн. кл./л, и может возрастать до 200-300 млн. кл./л при образовании нагонных явлений. На долю диатомей летом приходится от 22 до 30% биомассы альгофлоры. Вклад зеленых водорослей совсем незначителен в верхнем и приплотинном районах (8-10% биомассы фитопланктона), в среднем районе доля их возрастает до 20%.

Таблица 1 - **Многолетняя динамика летней биомассы (мг/л) основных отделов водорослей планктона в разных районах Воткинского водохранилища**

Отделы	Верхний			Центральный			Приплотинный	
	2004-2005	2008-2009	2010-2015	2004-2005	2008-2009	2010-2015	2008-2009	2010-2015
Диатомовые	0,75	1,95	1,27	0,53	2	1,87	2,41	1,66
Зеленые	0,81	0,46	0,33	1,07	0,48	1,68	0,84	0,62
Синезеленые	0,05	0,09	2,46	0,11	0,08	4,63	0,18	3,53
Прочие	0,01	0,24	0,13	0,03	0,31	0,23	0,57	0,1
Всего	1,62	2,74	4,19	1,74	2,87	8,41	4,0	5,91

Следует отметить, что в период с 2010 по 2015 гг., по сравнению с предыдущими годами исследований, в водохранилище произошло значительное увеличение средней численности и биомассы (примерно в 3 раза) альгофлоры, связанное с массовым развитием синезеленых водорослей.

Трофический статус вод Воткинского водохранилища в летний период по показателям развития фитопланктона по шкале, предложенной С.П. Китаевым (1984) в настоящее время относится к мезотрофно-эвтрофному типу.

Летом 2014 г. в Воткинском водохранилище было отмечено 60 таксонов планктонных инфузорий. Массовыми видами на всем водоеме, имеющими встречаемость более 60%, являются виды рода *Rimostrombidium* и *Codonella cratera* (Leidy). Помимо них часто отмечаются (встречаемость более 20%) виды родов *Askenasia* и *Urotrica* и представители семейства *Tintinnidae*.

В мелководной зоне помимо массовых для всего водоема видов, высокую встречаемость имели *Histiobalantium bodamicum* Krainer & Müller, *Limnostrombidium* sp*., Litonotus lamella* (Greiser), *Rimostrombidium lacustris* (Foissner, Skogstad & Pratt) Petz&Foissner и виды рода *Spathidium*, а в глубоководной - *Mesodinium pulex* Claparede & Lachmann .

Впервые в каскаде камских водохранилищ зарегистрирован *Dinophrya liberkuhni* Butschli. *Histiobalantium bodamicum,* обнаруженный в камском каскаде водохранилищ в 2012 г. (Жариков, Быкова, 2012), к 2014 г. отмечается уже на всем протяжении Воткинского водохранилища.

В верхнем районе найден *Pelagovorticella mayeri* (Fremiet), являющийся достаточно редким видом для водохранилищ Волго-Камского каскада. Единично отмечены *Rhabdoaskenasia minima* Krainer & Foissner, *Monodinium* sp. и *Colpoda cucullus* Müller.

Редко встречающиеся виды обнаруживаются в районах сопряжения соседних водохранилищ. Болотная и лимнофильная цилиофауна, поступающая из вышележащего Камского водохранилища, оказывает влияние на планктонные сообщества инфузорий верхнего и, частично, среднего района Воткинского водохранилища. Своеобразный гидрологический режим приплотинного района и его и связь с Нижнекамским водохранилищем также создают отличный от других районов состав цилиопланктона.

Наибольшее таксономическое разнообразие – 49 таксонов зарегистрировано в верхнем районе водохранилища. В среднем районе число таксонов снижается до 29, в приплотинном районе отмечено 35 таксонов.

Летом 2014 г. средняя биомасса планктонных инфузорий Воткинского водохранилища составила 18.35 мг/м^3 при численности 905.59 тыс. экз/м^3 (табл. 2).

Таблица 2 - **Распределение численности и биомассы инфузорий Воткинского водохранилища летом 2014 г.**

Районы	Мелководная зона		Глубоководная зона		В среднем по водохранилищу	
	N	B	N	B	N	B
Верхний	868,54	13,62	1147,19	19,81	1007,87	16,72
Средний	1363,70	33,60	649,35	24,67	1006,53	29,14
Приплотинный	455,24	6,18	949,47	12,21	702,36	9,20
В среднем по водохранилищу	895,82	17,80	915,34	18,90	905,59	18,35

Примечание: N- численность (тыс.экз/м^3), B – биомасса (мг/м^3)

Величины численности в верхнем и среднем районах были примерно одинаковы, наибольшие значения биомассы отмечены в среднем районе, приплотинный район характеризовался минимальным количественным развитием.

Количественные показатели в мелководной зоне были незначительно меньше, чем в глубоководной (табл. 2).

В верхнем, наиболее проточном, районе Воткинского водохранилища преобладающее развитие получили виды рода *Rimostrombidium*, составляя 34.4% общей численности и 15.6% биомассы. Также значимый вклад вносили *Codonella cratera, Askenasia* sp. и виды рода *Urotricha.*

В среднем и приплотинном районах водоема на долю *Codonella cratera* приходилось 22.6% и 28.6% численности и 15.8% и 26.2% биомассы, соответственно. Помимо доминирующего вида большую роль в сообществах играли *Pseudohaplacaulis* sp., *Askenasia* sp., виды рода *Rimostrombidium* и представители семейства *Tintinnidae.*

Индекс сапробности цилиопланктона, рассчитанный по методу Пантле-Букк (Pantle, Buck, 1955) в модификации Сладечека (Sladecek, 1973), на разных участках водохранилища варьировал от 1.45 до 2.38, составляя в среднем 1.94. Наибольшие значения индекса сапробности, отображающие степень органического загрязнения, отмечены в верхнем и приплотинный районах. Полученные результаты позволяют отнести Воткинское водохранилище к водоемам β-мезосапробного типа, что является обычным для водоемов Волго-Камского каскада.

В составе зоопланктона Воткинского водохранилища в августе 2011–2015 гг. были отмечены представители 94 видов животных, в том числе 42 видов коловраток, 35 видов ветвистоусых и 16 видов веслоногих рачков. Постоянно в планктоне присутствовали велигеры двустворчатых моллюсков из рода *Dreissena*. Сопоставимые данные приводятся Т.А.Кортуновой и А.А.Галановой (Биология…, 1988): так за период с 1979 по 1983 год авторы отмечают 117 видов планктонных животных.

Основу сообществ составляли широко распространённые виды – коловратки *Asplanchna priodonta* Gosse, *Keratella quadrata* (Müller), *Polyarthra dolichoptera* Idelson, *Polyarthra major* Burckhardt, *Kellicottia longispina* (Kellicott), *Synchaeta pectinata* Ehrenberg, кладоцеры *Daphnia galeata* Sars, *Daphnia cucculata* Sars, *Ceriodaphnia pulchella* Sars, *Bosmina coregoni* Baird, *Chydorus sphaericus* (Müller), *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin), копеподы *Eurytemora velox* (Lilljeborg), *Eurytemora lacustris* (Poppe), *Acanthocyclops vernalis* (Fisher), *Mesocyclops leuckarti* (Claus), *Thermocyclops crassus* (Fisher), *Thermocyclops oithonoides* (Sars).

Видовой состав зоопланктона обеднялся по мере продвижения по продольному профилю водоёма. В период наших исследований планктоценозы верхнего района водохранилища включали в себя представителей 38–49 видов животных, фауна среднего района была составлена 36–39 видами, в приплотинном районе ежегодно регистрировали 25–35 видов.

Средняя биомасса августовского зоопланктона водохранилища в период с 2011 по 2015 гг. варьировала от 0.6 до 2.1 г/м^3, средняя численность – от 116.0 до 225.2 тыс. экз./м^3. По биомассе практически повсеместно доминировали дафнии, значительный вклад вносили веслоногие рачки *Mesocyclops leuckarti*. Доля кладоцер в общей биомассе зоопланктона в разные годы составляла 49–83%, доля копепод – 11–32%. В общую численность сообществ наибольший вклад вносили коловратки и веслоногие рачки, формировавшие 30–56% и 31–64%, соответственно.

Ежегодно отмечалось возрастание количественных показателей развития зоопланктона от верхнего района к среднему. Общая биомасса сообществ толщи воды верхнего района водохранилища изменялась от 0.4 до 0.8 г/м^3, общая численность – от 35.5 до 129.7 тыс. экз./м^3. Величина общей биомассы сообществ среднего района превышала биомассу зоопланктона верхнего района в разные годы в 1.2–5.2 раз, численность – в 1.7–4.0 раза. Количественное развитие зоопланктона среднего и приплотинного районов находились на близком уровне в 2011–13 гг. В августе 2014 года численность и биомасса сообществ значительно уменьшались по мере продвижения от среднего района к приплотинному, в августе 2015 г., напротив, возрастали.

Таким образом, зоопланктон Воткинского водохранилища в период с 2011 по 2015 гг. по данным августовских съемок был представлен летним комплексом, с преобладанием ветвистоусых рачков по биомассе, коловраток и копепод – по численности. Наибольшее видовое разнообразие отмечалось в верхнем районе водоема, наибольшее количественное развитие – в среднем и нижнем районах. По количественному развитию зоопланктона водохранилище можно отнести к водоёмам α-мезотрофного типа.

За время исследований (2000-2015 гг.) в донной фауне Воткинского водохранилища зарегистрировано 168 таксонов. Наибольшее видовое разнообразие имеют личинки хирономид – 73 вида и формы, олигохеты представлены 37 видами, моллюски – 30 (брюхоногие - 11 видов, двустворчатые – 19), личинки ручейников – 12,

ракообразные – 6, пиявки – 4, личинки поденок – 3, у личинок стрекоз, бабочек и двукрылых (за исключением хирономид) отмечено по 1 виду.

Самая богатая в видовом отношении бентофауна сформировалась в верхнем и среднем районах водохранилища – 127 и 124 таксона, соответственно. В макрозообентосе приплотинного района видовое разнообразие снижается до 90 видов и форм, что, на наш взгляд, связано с увеличением заиления дна и замедлением скорости течения по сравнению вышерасположенными районами.

Массовыми видами в водоеме являются *Procladius ferrugineus* Kieff, *Cryptochironomus gr. defectus*, *Polypedilum bicrenatum* Kieffer, *P. nubeculosum* (Meigen), *Cladotanytarsus* gr. *mancus* и виды р. *Chironomus* из хирономид, *Uncinais uncinata* (Oersted) и *Vejdovskyella intermedia* (Bretscher) из олигохет.

С конца 80-х гг. XX века по всей акватории водоема значительно возросла встречаемость двустворчатых и брюхоногих моллюсков: *Dreissena polymorpha* (Pallas) и *Viviparus viviparus* (L.), так же широко распространены виды родов *Pisidium, Amesoda*, *Henslowiana.* В русловой зоне верхнего и среднего районов высока встречаемость каспийского ракообразного *Corophium curvispinum* Sars.

В 2009 г. в приплотинном районе Воткинского водохранилища (п. Елово) была впервые зарегистрирована *Dreissena bugensis* (Andrusov). Моллюск заселил серые илы русловой зоны на глубинах 5-10 м (Истомина и др., 2012). С 2011 г. *D. bugensis* в небольшом количестве регистрируется выше по течению на заиленных песчаных грунтах русловой зоны среднего района (г. Оса).

В 2010 г. так же в среднем районе в количестве нескольких экземпляров впервые были отмечены мизиды *Paramysis intermedia* (Czerniavsky) и *P. lacustris* (Czerniavsky). С 2011 г. эти виды единично регистрируются в верхнем и приплотинном районах водоема.

Средняя общая биомасса макрозообентоса Воткинского водохранилища летом 2015 г. составила 110.91 г/м² при численности 4.5 тыс. экз. /м^2, однако 97.6% ее приходится на долю крупных моллюсков, главным образом, *Viviparus viviparus* и представителей сем Unionidae. Биомасса кормовых организмов значительно ниже и составляет всего 2.51 г/м², на 38.6 % она определяется развитием *Corophium curvispinum,* доли олигохет и личинок хирономид составляют 31.5 и 25.1%.

В распределении бентофауны по районам наблюдается следующая тенденция. Наибольшие значения показателей количественного развития, как общего, так и кормового бентоса отмечены в верхнем районе водохранилища (253.82 г/м^2 и 4.75 г/м^2, соответственно при плотности поселений более 8 тыс. экз./м^2). На долю *Corophium curvispinum* приходится 50% численности и 60% биомассы кормовых организмов. В среднем и приплотинном районах отмечено значительное снижение кормовой биомассы (в 3 и 4.4 раза, соответственно), олигохеты обеспечивают своим развитием примерно 55% биомассы, личинки хирономид – 35%.

Сравнивая полученные нами данные по уровню развития макрозообентоса с исследованиями прошлых лет, следует отметить, что к 2007-2009 гг. в водоеме

произошло значительное увеличение кормовой биомассы макрозообентоса (в 2.9 – 7.5 раз), главным образом за счет массового развития младшевозрастных особей *Dreissena polymorpha* и каспийских ракообразных на заиленных галечно-песчаных грунтах русловой зоны верхнего и среднего районов (табл. 3).

Таблица 3 - **Многолетняя динамика летней биомассы (г/м^2) основных групп макрозообентоса в разных районах Воткинского водохранилища**

Группы	Верхний			Центральный			Приплотинный		
	2000-2003	2007-2009	2010-2015	2000-2003	2007-2009	2010-2015	2000-2003	2007-2009	2010-2015
Олигохеты	0,35	1,04	0,60	0,83	2,11	0,68	0,73	2,06	0,64
Моллюски: крупные	81,4	215,23	135,95	90,66	527,35	93,69	13,52	91,31	118,63
мелкие	1,06	0,38	1,11	0,55	8,97	1,57	-	3,03	0,55
Ракообразные	0,07	4,50	1,20	-	2,02	0,25	0,03	0,06	0,09
Хирономиды	0,38	0,73	0,91	0,48	0,72	0,46	0,82	1,20	0,56
Прочие	0,57	0,49	0,03	-	0,13	0,01	-	-	0,02
Всего бентоса	83,83	222,37	139,80	92,52	541,30	96,66	15,1	97,66	120,49
Всего Кормового бентоса	2,43	7,14	3,85	1,86	13,95	2,97	1,58	6,35	1,86

Примечание: к группе "прочие" относятся пиявки, личинки поденок, ручейников, клопов и мокрецов; "прочерк" – отсутствие группы.

В 2010 г. в водоеме отмечено практически повсеместное исчезновение поселений дрейссены с ранее занимаемых ими биотопов, которое на наш взгляд это связано с ухудшением кислородных условий в водоеме из-за массового развития синезеленых водорослей.

Уменьшение доли ювенильной дрейссены привело к снижению кормовой биомассы макрозообентоса в 1.9–4.7 раз. Вместе с дрейссеной из состава бентоценозов почти полностью "выпали" доминировавшие в "мягком" бентосе крупные каспийские ракообразные *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald), уступив место имеющему гораздо меньшие размеры *Corophium curvispinum,* а биомасса олигохет уменьшилась в 1.73–3.2 раза. Доминирующее развитие в кормовом бентосе, практически на всем водохранилище, как и в период 2000-2003 гг., вновь получили представители сем. Pisidiidae и олигохеты из сем. Tubificidae, на долю которых в верхнем районе приходится 44% биомассы, а в среднем и приплотинном – 75.8 и 64%, соответственно (табл. 3).

Отсутствие скоплений дрейссены повлияло на трофический статус водоема. И если в 2007-2009 гг. Воткинское водохранилище по величине биомассы кормовых

организмов по шкале трофности, предложенной С.П. Китаевым (1984), относилось к водоемам β- мезотрофного типа, то в настоящее время оно является олиготрофным.

Низкий трофический статус Воткинского водохранилища определяется значительными объемами зимне-весенней сработки, во время которой осушается 40.72% от общего объема при НПУ (Калинин, 2009). В результате мелководья водоема практически на всем ее протяжении малопродуктивна. Биомасса кормового макрозообентоса на глубинах до 2.0 м за весь период наших исследований не превышала 1.5 г/м^2. В стабильных условиях глубоководной зоны (глубины более 5.0 м), сформировались более продуктивные преимущественно пелофильные донные сообщества, биомасса кормового зообентоса в которых определяется степенью развития видов из рода *Chironomus* и сем. Tubificidae и варьирует в пределах от 3.0 до 7.0 г/м^2.

Таким образом, глубокая зимне-весенняя сработка уровня воды оказывает неблагоприятное влияние на количественное развитие зообентоса Воткинского водохранилища и в настоящее время водоем практически на всем его протяжении характеризуются низким уровнем трофности.

Одним из главных методов учета численности и видового состава ихтиофауны Воткинского водохранилища служит анализ уловов ставных сетей, поскольку именно они составляют основу промыслового и браконьерского лова рыб. Лов неводами, тралами и плавными сетями в водоеме незначителен (Мельникова и др., 2007).

В период 2002–2015 гг. в уловах ставных сетей зарегистрировано 24 вида рыб, так же отмечен ряд повсеместно встречающихся гибридных форм.

По данным сетных уловов самым многочисленным видом в Воткинском водохранилище является плотва, на долю которой приходится 36.5% численности (табл. 4). Значительную часть уловов составляют уклейка, окунь и густера (20.8%, 14.6%, 8.8% численности, соответственно), часто отмечаются лещ и чехонь, обычны елец, язь, красноперка, ерш, судак, реже встречаются голавль, тюлька, синец, жерех и щука. Белоглазка, карась, линь, налим, карп, сом, стерлядь, бычок-кругляк и гибридные формы представлены незначительно.

Основу массы уловов также составляет плотва (24.7%), доля леща – 21.8%, судака – 11.4 %, чехони – 9.5%, густеры – 8.6 %, окуня – 8.2%, уклейки – 6.1%, щуки – 2.7%. На долю сома, часто представленного экземплярами 10 кг и более, приходится 2.2% массы уловов.

По сравнению с данными 1965-1976 гг., начиная с 2002 г. в сетных уловах выросла доля судака, окуня, чехони, существенно снизилась доля щуки (табл. 4), практически исчезли из уловов линь и карась.

Таблица 4 - **Видовая структура (% численности) ихтиофауны Воткинского водохранилища по данным сетных уловов (ячея 10–100 мм).**

Виды рыб	Годы исследований					
	1965–1970	1971–1976	2002–2005	2006–2011	2012-2015	период 2002–2015
Лещ	4,9	4,3	8,3	4,8	5,6	5,4
Судак	0,5	0,4	3,0	1,8	5,1	3,3
Щука	12,6	2,0	1,3	0,2	0,2	0,3
Плотва	49,2	37,5	33,6	43,3	28,8	36,5
Густера	11,9	1,7	7,8	8,4	9,7	8,8
Окунь	5,2	10,5	17,0	14,1	14,7	14,6
Язь	3,9	0,6	1,5	0,6	0,5	0,6
Жерех	-	-	0,1	0,2	0,6	0,4
Синец	-	-	0,8	0,2	0,3	0,3
Чехонь	0,5	2,6	5,6	3,5	5,9	4,8
Елец	-	-	1,1	0,4	0,5	0,5
Уклейка	3,3	34,2	18,2	19,7	22,8	20,8
Красноперка	0,9	1,4	0,2	0,9	0,9	0,8
Карась	3,6	0,3	-	-	0,1	-
Линь	0,4	0,3	-	-	-	-
Ерш	1,6	2,8	0,7	1,6	3,9	2,5
Прочие	1,5	1,4	0,8	0,3	0,4	0,4
Кол-во экз,	116440	37100	17982	46408	46393	110783

Примечание: к группе "прочие" относятся стерлядь, сазан, сом, белоглазка, бычок-кругляк, налим и различные гибриды; здесь и в табл. 5 "прочерк" – отсутствие вида.

В прибрежной зоне среди молоди рыб в период с 2012 по 2015 гг. доминирует плотва (34.3%), часто встречаются скопления тюльки, создавая в среднем до 25% общей численности, значительно представлен лещ (16.8%) (табл. 5). Сеголетки составляют 67.6% от общей численности уловов, двухлетки – 23.8%, остальные рыбы – трехлетки и старше. Лещ и язь на мелководье представлены преимущественно сеголетками, окунь равно представлен и сеголетками и двухлетками, у плотвы, уклейки и ельца на долю сеголетков приходится 60–80% численности.

Сравнивая результаты наших исследований с данными 1964–1979 гг. можно отметить, что на мелководье по-прежнему высока доля плотвы и окуня, существенно увеличились в уловах доли язя и ельца, которые ранее были представлены единичными экземплярами, снизилась доля уклейки, практически

исчезла из уловов красноперка. В то же время в 2012-2015 гг. в прибрежье в значительных количествах стала встречаться тюлька, чего ранее не отмечалось (табл. 5).

В исследуемый период низкие показатели уловов отмечались с 2002 по 2005 гг. (минимальные – в 2003 г.) (табл. 6). С 2004 г. наблюдается увеличение численности и массы всех экологических пищевых групп: бентофагов (главным образом густеры, леща и плотвы длиной от 14 см), планктофагов (в основном уклеи и чехони), хищников (преимущественно окуня и судака) и эврифагов (главным образом плотвы длиной до 14 см). В 2010-2011 гг. наблюдалось снижение показателей численности большинства групп. В последующие годы улов на стандартную сетепостановку вновь стал увеличиваться, и в 2014-2015 гг. достигает максимальных значений за период наблюдений с 2002 г. (табл. 6).

Таблица 5 - **Видовой состав рыб (%) в уловах малькового невода**

Виды рыб	**Годы исследований**			
	1964–1979	**2002–2011**	**2012-2015**	**период 2002-2015**
Щука	0,1	0,3	0,6	0,4
Лещ	2,2	5,6	16,8	9,4
Плотва	31,9	24,6	34,3	27,9
Густера	1,6	0,9	1,1	0,9
Язь	2,8	18,3	4,8	13,8
Елец	0,3	13,7	3,2	10,2
Голавль	0,3	1,4	0,2	1,0
Уклейка	35,8	9,9	4,0	7,9
Красноперка	2,3	<0,1	-	-
Судак	0,4	0,1	2,4	0,9
Окунь	15,6	17,8	4,8	13,4
Ерш	2,8	5,1	0,8	3,7
Тюлька	-	-	25,0	8,4
Прочие	2,9	2,3	2,0	2,1
Количество экз,	76340	2840	1426	4266

Примечание: к группе "прочие" относятся жерех, пескарь и щиповка.

Таблица 6 - **Относительная численность и масса трофических групп рыб Воткинского водохранилища в 2002–2015 гг.**

Группы	2002–2003	2004–2005	2006–2007	2008–2009	2010–2011	2012-2013	2014-2015
Бентофаги	3,21 0,51	3,55 0,70	14,95 2,30	15,05 1,58	10,46 2,50	14,35 2,37	21,79 2,67
Хищники	3,06 0,45	3,30 0,50	10,18 1,07	12,87 1,08	8,2 1,23	14,06 1,58	17,78 1,94
Планктофаги	1,89 0,16	5,37 0,30	11,22 0,45	18,84 0,57	14,67 0,80	20,99 1,62	24,44 1,08
Эврифаги	5,12 0,27	3,96 0,32	15,66 0,59	33,59 1,17	24,88 0,82	20,08 1,16	20,62 1,06
Всего	**13,28 1,39**	**16,18 1,82**	**52,01 4,41**	**80,35 4,40**	**58,21 5,35**	**69,48 6,73**	**84,64 6,75**

Примечание: над чертой – численность (экз./стандартную суткосетепостановку), под чертой – масса (кг/с.с.).

Таким образом, за последние 30–40 лет в Воткинском водохранилище произошла перестройка структуры ихтиоценоза – увеличилась доля судака, окуня и чехони, а представители затопленных пойменных водоемов практически исчезли из уловов. На мелководьях снизилась доля уклейки, существенно увеличились доли язя и ельца, с 2012 г. в прибрежье нами отмечены значительные скопления тюльки. В последние годы произошло увеличение численности и массы рыб, преимущественно за счет леща, судака и некоторых мелкочастиковых видов (плотвы, густеры, чехони, уклейки, окуня).

Выражаем благодарность зав. лабораторией экологии простейших и микроорганизмов ИЭВБ РАН В.В. Жарикову и с.н.с. С.В. Быковой за консультации и помощь в определении инфузорий, а также всем сотрудникам ФГБНУ "ГосНИОРХ" участвовавшим в сборе и обработке материала.

Литература

Антонова Е.Л. Питание основных видов рыб Воткинского водохранилища //Биологические ресурсы водоемов Западного Урала. Пермь: Перм. гос. ун-т, 1986. С.70-75.

Биология Воткинского водохранилища. Иркутск: Изд-во Иркутск. ун-та, 1988. С. 65-92.

Дмитриев В.В. Многокритериальная оценка состояния и устойчивости геосистем на основе метода сводных показателей. II. Трофический статус водных экосистем // Вестник СПб ун-та, 1997. Серия 7. Вып.1. № 23. С. 51–67.

Жариков В.В. Кадастр свободноживущих инфузорий Волги (состав, распределение по водохранилищам, обзор методов исследований). Тольятти: ИЭВБ РАН, 1996. 76 с.

Жариков В.В., Быкова С.В. Инфузории (Ciliophora) планктона мелководной зоны водохранилищ Камского каскада // Изв. СНЦ РАН. 2012. Т.14, № 5. С. 172-178.

Истомина А.М., Поздеев И.В., Щербина Г.Х. Первая находка Dreissena bugensis (Andrusov, 1897) (Bivalvia: Dreissenidae) в среднекамских водохранилищах // Биология внутренних вод. 2012. №1. С. 107-108.

Калинин В.Г. О внутрисезонном распределении зимних расходов воды через ГЭС камских водохранилищ // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та. 2009. Т.1. С. 51-54.

Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Наука. 1984. 207 с.

Мэгаррн Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир. 1992. 184 с.

Мельникова А.Г., Костицын В.Г., Коняев В.П., Истомин С.Г, Поносов С.В. Современное состояние ихтиофауны Камского и Воткинского водохранилищ и особенности ее промысловой эксплуатации // Современное состояние, проблемы охраны и рациональное использование биоресурсов пресноводных водоемов. Сб. научн. тр. ГосНИОРХ, 2007. Т.VI С. 3-37.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука. 1975. 239 с.

Методические рекомендации по использованию кадастровой информации для разработки прогноза уловов рыбы во внутренних водоемах (часть I, основные алгоритмы и примеры расчетов).М., 1990. 55 с.

Родионова Л.А. Использование кормовой базы в питании рыб Воткинского водохранилища // Комплексные исследования гидрологи и водной экологии камских водохранилищ и рек их водосборов. Межвуз. сб. науч. тр. Пермь: Перм. гос. ун-т, 1987 С. 92-100.

Pantle R. und Buck H. 1955.Die biologische Uberwachung der Gewasser und die Darstellung der Ergebnisse // Gas- und Wasserfach. Bd. 96 H. 18. 640 S.

Sladecek V. 1973.System of water quality from the biological point of view // Arch. Hydrobiol. Bd. 7. 218 S.

ABSTRACT. Species composition and quantitative features of phytoplankton, planktonic ciliates, zooplankton, benthic macroinvertebrates and fish fauna of Votkinsk reservoir over the 2000 to 2015 period are described in the article.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛАВНОГО ЛОВА В ВЕРХНЕМ РАЙОНЕ КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗАПАСЫ ЛЕЩА

С.Н. Казаринов
Пермское отделение ФГБНУ «Госниорх», Пермь, semnikol@mail.ru

Одним из высокоэффективных видов добычи рыб на Камском водохранилище было использование плавных сетей. Промысел осуществлялся на ряде участков водохранилища: в верхней его части (Лысьва-Таман-Быстрая), в верховьях Сылвенского залива (Кунгур-Закоптелово, Кинделино-Заборье) и верховье Обвинского залива (выше пос. Ильинский). Весной плавной лов проходил в ограниченный период времени – с момента схода льда и до нерестового запрета, в осенний период – с сентября по октябрь. Основу лова (более 90-95% по массе) повсюду представлял лещ (Зиновьева, 2001; Костицын, 2001).

В 1970-1980 гг. этот вид промысла обеспечивал до 30-40% вылова леща в верхнем районе водохранилища, в 1980-1990 гг. – до четверти. Доля леща, полученного плавным ловом в Сылвенском заливе в 1990-2000 гг. составляла от 8.3 до 85.5% годовой добычи на этом участке. В среднем на верхний участок в 1980-1990 гг. приходилось 76.8% изымаемой плавом рыбы, на Сылвенский – 16.2%, Обвинский – 7.0% (Пушкин, 1992; Зиновьева, 2001; Костицын, 2001).

Весенний лов плавными сетями в верхнем районе Камского водохранилища на участке Орел-Таман-Быстрая осуществляется с 1961 г. (Зиновьева, 2001). В 1970-х гг. промысел давал до трети и более годовой добычи леща на водохранилище, в 1996-1997 гг. 7–14%. (Костицын, 2001). В последнее десятилетие значение весеннего плавного лова в этом районе значительно снизилось, произошла переориентация на другие объекты промысла – синец и чехонь. Изменился размер ячеи сетей, используемых в промысле – при ловле чехони применяют сети ячеей 36 мм, синца – 45 мм, в то время как при ловле леща используются сети с большей ячеёй (65-70 мм). Главная причина переориентации промысла – более высокая коммерческая ценность синца и чехони по сравнению с лещом.

Установление нерестового запрета с 15 апреля значительно ограничивает сроки проведения плавного лова. Весной промысел возможен в короткий отрезок времени с момента образования полыньи на участке Огурдино-Кондас в конце марта – начале апреля. Погодные условия также ограничивают проведение промысла. Специфика лова состоит в проведении его в сумеречное и ночное время и ночные заморозки, обычные в этот период, делают невозможным осуществление промысла в связи с появлением шуги на поверхности воды.

Автором, с участием рыбаков ООО «Орлинский рыбхоз» в 2015-2016 гг. был проведен научно-исследовательский лов и мониторинг промысловых уловов. Целью

работы являлся анализ состояния весеннего промысла плавными сетями на современном этапе, его влияние на состояние запасов леща; определение видового, полового и размерно-возрастного состава уловов. В 2015 г. работы проводились на участке Орел-Таман, в 2016 г. – на участке Огурдино-Орел-Таман.

В период с 18 по 23 апреля 2015 г. было осуществлено 34 притонения. Средняя длина тони, определенная с помощью GPS позиционирования, составила 478 м. Использовались промысловые сети ячеёй 32 мм высотой 4 м, длиной 37.5 м; ячеёй 45 мм, длиной 37.5 и высотой 2.5 м и ячеёй 65 мм, длиной 75 м и высотой 3 м. В 2016 г. в период с 12 по 15 апреля было осуществлено 11 притонений, средняя длина тони равнялась 519 м. Применялись сети ячеёй 36 мм длиной 70 м и высотой 4 м; ячеёй 45 мм длиной 75 м, высотой 2.5 м; ячеёй 65 мм длиной 75 м и высотой 3 м.

Основу уловов по количеству и массе составили синец, чехонь и лещ, численность остальных видов незначительна (табл. 1). Максимальные скопления синца и чехони наблюдались на участке Орел-Кондас.

Таблица 1 - **Видовая структура уловов плавных сетей в 2015-2016 гг. на участке Огурдино-Таман Камского водохранилища**

Вид рыб	2015						2016					
	Ячея 32 мм		Ячея 45 мм		Ячея 65 мм		Ячея 36 мм		Ячея 45 мм		Ячея 65 мм	
	экз.	экз./га	экз.	экз./га	экз.	экз./га	экз.	экз./га	экз.	экз./га	экз.	экз./га
Синец	4	3.16	1052	27.99	-	-	576	44.88	318	31.50	-	-
Лещ	108	85.39	435	11.57	45	10.79	73	5.69	16	1.58	-	-
Чехонь	-	-	35	0.93	-	-	753	58.68	24	2.38	-	-
Жерех	-	-	21	0.56	-	-	1	0.08	9	0.89	-	-
Язь	1	0.79	15	0.40	-	-	1	0.08	1	0.10	-	-
Густера	26	20.56	9	0.24	-	-	1	0.08	-	-	-	-
Судак	-	-	4	0.11	-	-	8	0.62	-	-	-	-
Плотва	10	7.91	4	0.11	-	-	-		1	0.10	-	-
Щука	-	-	2	0.05	-	-	-				-	-
Белоглазка	19	15.02	1	0.27								
Голавль	1	0.79	2	0.05								
Налим	1	0.79	1	0.03								
Всего экз.	170		1581		45		1413		369		0	
Количество притонений	1		32		1		4		6		1	

В ходе исследования было выявлено отсутствие скоплений леща на участке Огурдино-Таман. Так, плотность составила 1.58-11.57 экз./га, для уловов сетей с ячей 36-45 мм (табл. 1). На основании анализа уловов можно заключить, что облавливались не преднерестовые скопления леща, а рыба, перераспределяющаяся в водоеме после зимовки. Аналогичные результаты были получены и в 2000 г. В.Г. Костицыным (2001). В одном притонении, осуществленном плавной сетью с ячеёй 65 мм в 2016 г. от устья р. Яйвы вдоль левого берега р. Камы, улова рыбы не было, что может быть связано с загрязнением вод в данном районе калийными солями.

По мнению В.Г. Костицына (2001, 2013), отсутствие высоких концентраций леща в последние годы связано, в том числе, с улучшением экотоксикологической обстановки на водохранилище, в частности со значительным снижением, начиная с 2005 г. (рис. 1), выбросов загрязняющих веществ в р. Косьву, заморы в которой вызывали массовые миграции рыб и увеличение концентраций леща в верхней части водохранилища.

Рисунок 1 - **Динамика загрязнения вод в реках Пермского края в 1996-2012 гг.** (по материалам ГУ «ПГЦМС»; усреднено) (Костицын, 2013).

В ранее проведенных исследованиях (Соловьева, Зиновьев, 1971), на массовые годовые перемещения стад большинства промысловых рыб в пределах Камского водохранилища указывала четкая обратная корреляция между уловами основных промысловых рыб в акватории среднего и верхнего участков

водохранилища (Орлинский и Чермозский рыбхозы), что подтверждалось и результатами мечения рыб. В качестве возможной причины массовых миграций авторы также указывали изменение качественного состава и количества стоков промышленных предприятий, прежде всего г. Березники.

Использование орудий лова с ячеёй 36 и 45 мм, ориентированных на промысел синца и чехони, не привело к существенному увеличению изъятия особей леща непромыслового размера (25 см). Так, доля леща непромыслового размера в уловах плавных сетей ячеёй 45 мм в 2015 г. составляла 18.4%, в 2016 г. – 12.4%. В уловах сетей с ячеёй 36 мм количество особей леща непромыслового размера составляло не более 15%. Низкая численность леща непромыслового размера, вероятно, связана с возвратом в среду обитания рыб при выборке улова в лодке, это относится и к другим видам рыб (синец, судак, жерех).

Размерная структура леща в уловах плавных сетей является стабильной на протяжении десятилетий. Длина рыб в апрельских уловах 1976-2016 гг. находилась в пределах 20-48 см (табл. 2).

Таблица 2 - **Размерная структура леща в уловах плавных сетей на участке Лысьва-Таман Камского водохранилища за апрель в период с 1976 по 2016 гг.**

Показатели	1976-1978	1986-1988	2000	2015			2016	
	Ячея 70 мм	Ячея 70 мм	Ячея 65-70 мм	Ячея 32 мм	Ячея 45 мм	Ячея 65 мм	Ячея 36 мм	Ячея 45 мм
Длина рыб (см):								
- колебания	20-42	21-43	24-45	15-24	18-44	25-35	23-39	20-39
-преобладание	28-36	28-36	28-34	17-20	26-33	29-31	28-34	26-33
-среднее	31.5	32.2	32.3	19.1	29.5	30.6	31.4	29.5
Число экз.	1228	790	146	62	304	45	73	16
Возраст рыб (годы):								
- колебания	5-22	6-17	7-19	3-7	5-17	-	-	-
-преобладание	8-12	9-12	9-11	5	8-11	-	-	-
-среднее	10.1	11.0	11.7	5.0	10.07	-	-	-
Число экз.	1000	193	146	22	102	-	-	-

Примечание: данные за 1976-2000 гг. – по В.Г. Костицыну (2001)

В уловах 1970-1990 гг. размерный ряд леща был более растянутым, преобладали особи длиной до 36 см, в 2000-2016 гг. – длиной до 33-34 см, что вероятно связано с использованием орудий лова с более крупным размером ячеи. В 2015 г. отмечено снижение средневозрастных длин для 5-9 годовалых особей леща (табл. 3).

Таблица 3. **Средневозрастные длины леща в уловах плавных сетей на участке Лысьва-Таман Камского водохранилища в весенний и осенний периоды 1976-2015 гг.**

Возраст рыб	1976-1978 гг.	1986-1988 гг.	1998 г.	2000 г.		2015 г.
	Апрель	Апрель	Сентябрь	Апрель	Октябрь	Апрель
	Ячея 70 мм	Ячея 70 мм	Ячея 65-70 мм	Ячея 65-70 мм	Ячея 65-70 мм	Ячея 32-45 мм
3	-	-	-	-		161
4	-	-	-	-		168
5	-	-	-	-	233	201
6	-	-	266	-	279	216
7	-	-	286	253	284	227
8	287	280	299	275	293	253
9	312	298	312	297	296	270
10	318	320	333	304	303	300
11	338	328	342	316	307	305
12	346	339	357	324	314	323
13	358	344	377	333	320	340
14	362	351	390	347	338	366
15	-	-	398	361	-	353
16	-	-	458	-	-	400
17	-	-	480	-	-	380
Число	1000	193	108	146	232	124

Примечание: данные за 1976-2000 гг. – по В.Г. Костицыну (2001)

В тоже время, отмеченный в 2015 г. низкий линейный темп роста является характерным для леща верхней части Камского водохранилища. В возрасте 8 полных лет лещ достигает размера 23-26 см в длину, к 10 годам – 30 см (Костицын, 1992). Более высокие линейные размеры рыб были отмечены в период 1976-2000 гг., что очевидно связано с присутствием в уловах леща, мигрирующего из средней части водохранилища.

Специализированный лов леща плавными сетями в верхней части водохранилища сохранился на РПУ ООО «Орлинский рыбхоз» от устья р. Усолки до моста через р. Каму у с. Усолье. Промысел осуществляется в летне-осенний период (с июля до начала ледостава). Используются сети с ячеёй 65-70 мм, в большей степени 70 мм. Вылов леща в плавные сети на этом участке водохранилища оценивается до 5 т в год, что составляет до 13% от годового вылова

леща в ООО «Орлинский рыбхоз» (в 2014 г. вылов леща составил – 40.89 т, в 2015 г. – 39.05 т).

Таким образом, в настоящее время основными объектами плавного лова в весенний период являются синец и чехонь, что связано с их более высокой коммерческой стоимостью и стабильным спросом со стороны населения. Высокие весенние концентрации синца 28-45 экз./га (36-45 ячея) и чехони 59 экз./га (36 ячея) (табл. 1) делают промысел этих видов привлекательным и способствуют его развитию. В 2016 г. на участке Огурдино-Орел-Таман плавными сетями работало 2 бригады рыбаков. По оценке автора за период с 7 апреля (начало лова плавными сетями в 2016 г.) до начала нерестового запрета 15 апреля плавным ловом было добыто около 1 т синца, вылов чехони составил до 0.8 т, леща до 0.3 т.

На современном этапе развития промысла лещ, ранее являвшийся основным объектом добычи плавными сетями в весенний период, рассматривается рыбаками как прилов. Специализированный лов осуществляется в летне-осенний период на ограниченном участке от устья р. Усолки до с. Усолье, объемы вылова незначительны. Улучшившаяся экотоксикологическая обстановка на водохранилище и её крупных притоках (р. Косьва) не вызывает массовых миграций леща, вследствие чего он не создает как раньше высоких концентраций в верхнем районе. Результаты исследований показывают, что вылов обеспечен местным лещом, перераспределяющимся по водоему после зимовки. Введение нерестового запрета с 15 апреля способствует исключению возможности облова нерестовых скоплений леща, активное изъятие которых в 1990-2000 гг. явилось, по-видимому, одной из причин снижения численности популяций на Камском водохранилище (Зиновьева, 2001; Костицын, 2001).

Доля леща в уловах плавных сетей в верхнем районе незначительна и не наносит ущерба нерестовой части популяции. Объемы добычи леща в весенний период плавом составляют по оценке автора менее 1% официально регистрируемого годового вылова вида, тогда как в 70-90 гг. прошлого века давали около трети годовой добычи вида.

Литература

Зиновьева С.Н. К анализу плавного лова в Камском водохранилище // Рыбные ресурсы Камско-Уральского региона и их рациональное использование. Матер. науч.-практ. конф. Пермь. 2001. С. 46-48.

Костицын В.Г. Исследование внутрипопуляционной структуры, пространственного распределения и численности леща в Камском водохранилище // Биологические ресурсы Камских водохранилищ и их использование. Межвуз. сб. науч. тр. Пермь. 1992. С. 28-44.

Костицын В.Г. Влияние плавного лова на рыбные запасы и его регламентирование в фазе снижения популяционной численности // Рыбные ресурсы Камско-Уральского региона и их рациональное использование. Матер. науч.-практ. конф.. Пермь. 2001. С. 73-77.

Костицын В.Г. Рыбные ресурсы Западного Урала и использование их на современном этапе // Рыбные ресурсы Камско-Уральского региона и их рациональное использование. Матер. науч.-практ. конф. Пермь. 2013. С. 20-29.

Пушкин Ю.А. Рыбное хозяйство Западно-Уральского региона (бас. Р. Камы) // Биологические ресурсы Камских водохранилищ и их использование. Межвуз. сб. науч. тр. Пермь. 1992. С. 4-27.

Соловьева Н.С., Зиновьев Е.А. Изменение ихтиофауны Средней Камы после зарегулирования стока // Биология рыб бассейна средней Камы. Уч. Зап. Перм. ун-та. 1971. № 261, вып. 2. С. 3-16.

ABSTRACT. The condition of a drift net fishing in the upper area of Kama reservoir is observed in the article. Determine the size of the bream actual withdrawal of fishing during the spring catch.

ВОЗДЕЙСТВИЕ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА НА БИОРАЗНООБРАЗИЕ РЫБНЫХ РЕСУРСОВ БАССЕЙНА РЕКИ ЗАРАФШАН УЗБЕКИСТАНА

Б.Г. Камилов
Институт генофонда растительного и животного мира, Ташкент, Узбекистан
bkam58@rambler.ru

Антропогенный фактор сильно повлиял на биоразнообразие рыб бассейна Аральского моря, которое следует корректно оценить для выработки стратегии использования рыбных ресурсов. О биологическом разнообразии судят по трем уровням: разнообразию ландшафтов, видов и популяций. Стратегия использования биоразнообразия должна основываться на устойчивом использовании его компонентов и обеспечении распределения выгод от использования генетических ресурсов на равной и справедливой основе. Используют биологические ресурсы биотехнологиями. Естественно, что последующие технологии будут более развитыми, что при условии сохранения разнообразия обеспечит устойчивое развитие следующим поколениям людей.

В настоящей работе мы поставили целью оценить на примере реки Зарафшан (третьей по величине реки Узбекистана) состояние биоразнообразия рыбных ресурсов, создавшееся в результате антропогенного воздействия.

Анализировали литературные и собственные многолетние данные. Под естественным состоянием понимаем таковое до начала мощного ирригационного строительства в бассейне Аральского моря, т.е. до середины 1960х годов.

Река Зарафшан в верхнем течении проходит среди горных хребтов в теснинах на территории Таджикистана. В среднем течении река выходит на равнины на территории Узбекистана, где несет воды по широкой многорусловой пойме. При входе на равнины средний годовой ток составляет 5,3 км^3. Река наиболее полноводна в июле (250-690 м^3/с), наименее - в марте (28-60 м^3/с). В геологическом прошлом Зарафшан был крупным притоком Амударьи. В настоящее время сток Зарафшана полностью зарегулирован. В среднем и нижнем течении воды Зарафшан интенсивно разбирают на орошение. В Самаркандской и Навоийской областях Узбекистана воду бассейна используют для сельхозугодий общей площадью 530 000 га. Зарафшан теряется в песках, не доходя до Амударьи, отдавая свою воду на орошение, испарение и фильтрацию в почву

Биоразнообразие типов водоемов

До 1960х годов в горной части бассейна были типично горные реки, стекающие к основной реке, и несколько озер в горных теснинах. На равнинную часть бассейна выходила одна основная река (Зарафшан), от которой уже много веков расходятся несколько крупных ирригационных каналов без гидросооружений-

регуляторов стока (т.е. каналы имели режим рек). В низовьях бассейна было несколько солончаковых озер, которые периодически наполнялись водой или высыхали (Денгизкуль, Тудакуль). Таким образом, на территории Узбекистана было всего два типов водоемов: реки и солончаковые озера.

В результате крупномасштабного ирригационного строительства для нужд поливного земледелия в 1960-1970-х гг. в бассейне Зарафшана произошло существенное изменение в разнообразии типов водоемов (гидроэкосистем):

- Создана система ирригационных каналов с регулируемым стоком. Три новых мощных канала связали бассейн Зарафшана с бассейнами соседних рек - Амударьи, Кашкадарьи, Санзара. В бассейн Зарафшана стало прибывать намного больше воды.
- Создана система коллекторов с солоноватой водой для отвода дренажной воды после промывки сельхозугодий от засоления.
- Созданы водохранилища (большие водоемы со стоячей пресной водой) для регулирования стока по сезонам.
- Созданы огромные по размерам озера-накопители для сбора дренажной воды.

Таким образом, в бассейне р. Зарафшан появились новые типы водоемов как с проточной водой (ирригационные каналы и дренажные коллекторы с регулируемым стоком), так и со стоячей (водохранилища, озера-накопители дренажной воды). Можно констатировать, что разнообразие типов экосистем значительно увеличилось в результате антропогенного воздействия.

Видовое разнообразие рыб

Ихтиофауна бассейна реки Зарафшан в естественном состоянии. Достаточно полно об ихтиофауне бассейна Зарафшана можно судить по работам известных ихтиологов: Л.С. Берга (1948-1949), Г.В. Никольского (1938), А.Ф. Турдакова (1963), Г.К. Камилова (1973) (таблица 1). Можно отметить крайнюю бедность ихтиофауны. В бассейне Зарафшана обитало всего 17 видов рыб. Все виды рыб Зарафшана обитают в Амударье и Сырдарье, при этом храмуля и восточная быстрянка обитают в Амударье и Зарафшане, но не обитают в Сырдарье.

Изменения ихтиофауны бассейна Зарафшана вследствие антропогенного воздействия. В составе ихтиофауны бассейна Зарафшана произошли существенные изменения, вызванные антропогенным фактором. К настоящему времени нет видов рыб, которые исчезли из бассейна Зарафшана. При этом, в бассейне появилось много новых видов рыб вследствие двух основных факторов: ирригационного строительства и вселения

Воздействие ирригационного строительства на состав ихтиофауны. Основным источником воздействия на видовой состав рыб стало создание Аму-Бухарского машинного канала, забирающего воду из среднего течения Амударьи в Фарабской области Туркменистана и поставляющего ее в низовья Зарафшана. В русле самого аму-бухарского канала в первые годы после создания (в 1980-х гг.) ихтиологи отмечали зарафшанского ельца, жереха, жереха-лысача, аральского усача, туркестанского усача, чехонь, гольцов *Noemacheilus oxianus* и *N. malapterurus*

longicauda, белого толстолобика, пестрого толстолобика, плотву, быстрянок, храмулю, леща, карася, пескаря туркестанского, остролучку, шемаю, белого амура и черного амура (Urchinov, 1995). Приведенный список показывает, что часть этих видов обитали как в Амударье, так и в Зарафшане.

Таблица 1 – **Естественная ихтиофауна бас. Р. Зарафшан**

№	*Вид*		
	Латинское название		*Русское название*
	Современное	*В первоисточнике*	
1	Rutilus rutilus	Rutilus rutilus aralensis	Плотва
2	Leuciscus lehmani	Leuciscus lehmani	Зарафшанский елец
3	Gobio lepidolaemus	Gobio gobio lepidolaemus	Туркестанский пескарь
4	Capoeta capoeta	Varicorhinus capoeta heratensis	Храмуля
5	Barbus capito conocephalus	Barbus capito conocephalus	Туркестанский усач
6	Schizothorax intermedius intermedius	Schizothorax intermedius	Обыкновенная маринка
7	Alburnus chalcoides	Chalcalburnus chalcoides aralensis	Шемая
8	Alburnoides bipunctatus	Alburnoides bipunctatus eichwaldi	Восточная быстрянка
9	Alburnoides taeniatus	Alburnoides taeniatus	Полосатая быстрянка
10	Capoetobrama kuschakewitschi kuschakewitschi	Capoetobrama kuschakewitschi	Остролучка
11	Cyprinus carpio carpio	Cyprinus carpio	Карп (сазан)
12	Triplophysa stoliczkai	Nemachilus stoliczkai	Тибетский голец
13	Nemacheilus oxianus	Nemachilus oxianus	Амударьинский голец
14	Dzihunia amudarjensis	Nemachilus amudarjensis	Бухарский голец
15	Nemacheilus longicaudus	Nemachilus malapterus longicauda	Гребенчатый голец
16	Sabanejewia aurata aralensis	Cobitis aurata aralensis	Аральская шиповка
17	Silurus glanis	Silurus glanis	Сом

Уже через несколько лет после введения в эксплуатацию Аму-Бухарского канала в бассейне реки Зарафшан были отмечены следующие новые виды рыб: большой амударьинский лжелопатонос, щуковидный жерех-лысач, лещ, чехонь, полосатая быстрянка, белый толстолобик, пестрый толстолобик, белый амур, черный амур (Камилов, 1973; Urchinov, 1995). В начале 1980-х гг. в бассейне Зарафшана были отмечены еще два вида рыб: амурский змееголов и бычок-бубырь (*Pomatoschistus caucasicus*) из Аральского моря (Абдуллаев, 1975; Urchinov, 1995).

Таким образом, с высокой вероятностью можно считать, что эти виды проникли сначала из Амударьи в Аму-Бухарский канал, а затем и в низовья Зарафшана. Особо отметим упоминание бычка-бубыря. Этот бычок случайно был завезен до 1960-х годов в Аральское море из Каспийского, распространился в Аральском море, теоретически, он мог выйти в Амударью и распространится (или пройти) в низовьях и в среднем течении, тем более, что его отмечали в дренажных коллекторах и озерах Хорезмской области в начале 1990-х гг., возможно, что бубырь был идентифицирован ошибочно.

Также, отметим аральского шипа; в ряде работ шипа не отмечали в бассейне Зарафшана (Абдуллаев, 1975; Камилов, 1973), но З.У. Урчинов (Urchinov, 1995) отмечает шипа в составе ихтиофауны, т.е. шип также проник в бассейн Зарафшана из Амударьи через канал, и его ловили в бассейне Зарафшана.

Т.о., через Аму-Бухарский канал проникли краснокнижные виды из Амударьи (большой амударьинский лопатонос, жерех-лысач, аральский усач и другие), т.е. они расширили свой ареал и расселились по сети каналов и коллекторов, водохранилищ и озер.

Воздействие акклиматизационных работ на ихтиофауну. Сначала обобщим список видов рыб, которые были *целевым образом* вселены человеком в водоемы бассейна Зарафшан. Один раз акклиматизацию проводили во всех реках бассейна Аральского моря (в том числе – в бассейн Зарафшана) для санитарных целей – вселяли гамбузию для борьбы с малярийным комаром в 1920-х гг. Гамбузия выжила, приспособилась, стала воспроизводиться и уже давно стала широко распространенной и массовой рыбой по всем равнинным водоемам Узбекистана. Отметим, что вселяемый объект идентифицировали как *Gambusia affinis holbrooki*. В последние годы специалисты провели ревизию и считают, что есть два вида: *Gambusia holbrooki* и *Gambusia affinis*. Какой вид завезли в Узбекистан (или завезли оба вида) мы не знаем, это требует специального исследования. В связи с этим пока укажем оба вида в бассейне Аральского моря.

Все остальные акклиматизационные мероприятия были осуществлены в рыбохозяйственных целях. Ихтиологи исходили из того, что бассейн Зарафшана расположен на юге умеренного климата, т.е. в благоприятных условиях, однако вследствие геологической истории и географической изолированности её ихтиофауна очень бедна. Особо к этому вопросу стали обращаться после начала широкомасштабной реконструкции стока рек бассейна Аральского моря для нужд ирригации, а также по мере развития технологий акклиматизации рыб. Уже в 1950-х в новые водохранилища были вселены серебряный карась из подмосковного рыбхоза Савино, а также карп из Алма-атинского рыбхоза.

В 1950-1960-х гг. в водохранилища вселяли леща, судака из Аральского моря и из водоемов реки Урал.

По мере развития технологий широкомасштабного разведения дальневосточных растительноядных рыб и карпа в рыбхозах Ташкентской области

молодь этих рыб стали с 1960-х гг. регулярно завозить в Бухарский рыбхоз и в водохранилища бассейна Зарафшана (эту практику активно продолжают и в настоящее время). Т.е. молодь белого и пестрого толстолобиков и белого амура попадала (и продолжают попадать) в бассейн Зарафшана двумя путями: (а) были вселены в начале 1960-х гг. в прудовое хозяйство и далее и вселены в каналы Туркменистана, откуда проникли в среднее течение Амударьи и далее по каналам в Зарафшан, (б) постоянно завозятся молодью в промышленных масштабах из прудов Ташкентской области в бассейн Зарафшана в водохранилища, озера и рыбхозы.

Отметим виды рыб, которые были случайно *(не целевым образом*) вселены в бассейн Зарафшана. Еще в 1950-х гг. с молодью карпа и карася из Алма-атинского рыбхоза в Каттакурганское водохранилище были вселены обыкновенный окунь (*Perca fluviatilis*) и балхашский окунь (*Perca schrenki*), который прижились и обитают в водоеме до настоящего времени.

С конца 1960-х гг. и далее регулярно вместе с молодью прудовых карповых рыб из рыбхозов Ташкентской области завозили сорных и мелких рыб дальневосточного (китайского) фаунистического комплекса: корейскую востробрюшку, риногобиус и др.

При вселении дальневосточных рыб (в 1960-х гг.) белый амурский лещ (*Parabramis pekinensis*) не был завезен в Узбекистан, но в начале 1960-х гг. же он случайно был завезен в Туркмению, откуда стал постоянно проникать в водоемы бассейна Амударьи, а позже - в ирригационную систему бассейна Зарафшана, где его отмечают с 1990-х гг. Аналогично произошло с медакой (*Oryzias latipes sinensis*), которая была впервые отмечена в Казахстане в реке Или после завоза дальневосточных рыб, а затем (в 1990-х гг.) по системе ирригационной сети проникла в средние и нижние течения Сырдарьи Амударьи. Есть непроверенные сведения, что медака эффективно поедает личинок комара, вследствие чего ее необоснованно искусственно пытались расселять по водоемам бассейна Сырдарьи в 1990-х гг., завозя ее из водоемов Казахстана (Салихов и др., 2001).

Состав ихтиофауны Зарафшана в настоящее время представлен в таблице 2.

Таким образом, в результате ирригационного строительства и акклиматизационных работ целевого и случайного характеров биоразнообразие рыбных ресурсов на уровне видов в бассейне р. Зарафшан значительно расширилось.

В бассейне р. Зарафшан вселили много ценных промысловых рыб. Именно (и исключительно за счет этого!) в бассейне р. Зарафшан родилось рыбное хозяйство. Вселенцы стали основными объектами рыболовства и рыбоводства. Даже местная плотва стала основным объектом рыболовство только потому, что были созданы озера и водохранилища, в которых плотва создала массивные стада рыб, имеющие промысловое значение.

Таблица 2 – **Ихтиофауна бассейна Зарафшана (в 1990-х годах и по настоящее время)**

Семейство	№	*Латинское название*	*Русское/английское названия*
ACIPENSERIDAE	1	Acipenser nudiventris	Шип / Spiny sturgeon
	2	Pseudoscaphirhynchus kaufmanni	Большой амударьинский лжелопатонос / Big Amu-Darya shovelnose
CYPRINIDAE	3	Rutilus rutilus	Плотва / roach
	4	Leuciscus lehmani	Зарафшанский елец / Zarafshan dace
	5	Aspius aspius taeniatus	Аральский красногубый жерех /Aral asp
	6	Aspioleucius esocinus	Жерех-лысач /Pike asp
	7	Tinca tinca	Линь /Tench
	8	Gobio lepidolaemus	Gudgeon
	9	Varicorhinus heratensis steindachneri	Храмуля / khramulya
	10	Barbus capito conocephalus	Туркестанский усач / Turkestan barbel
	11	Barbus brachycephalus	Аральский усач / Aral barbel
	12	Schizothorax intermedius	Обыкновенная маринка / Marinka (snowtrout)
	13	Chalcalburnus chalcoides aralensis	Шемая / shemaya
	14	Alburnoides bipunctatus eichwaldi	Riffle minnow (bystranka)
	15	Alburnoides taeniatus	Striped bystranka
	16	Pseudorasbora parva	Малая псевдоразбора / Stone morokos
	17	Abramis brama	Обыкновенный лещ / bream
	18	Capoetobrama kuschakewitschi	Остролучка /Ostroluchka
	19	Pelecus cultratus	Чехонь / Rasorfish
	20	Carassius auratus gibelio*	Серебряный карась / Goldfish
	21	Cyprinus carpio l.	Карп (сазан) / Common carp
	22	Hypophthalmichthys molitrix	Белый толстолобик / Silver carp
	23	Aristichthys nobilis	Пестрый толстолобик / Bighead carp
	24	Ctenopharyngodon idella	Белый амур /Grass carp
	25	Mylopharyngodon piceus	Черный амур / Black carp
	26	Parabramis pekinensis	Белый амурский лещ / White amur bream
COBITIDAE	27	Noemacheilus stoliczkai	Тибетский голец /Tibetan stone loach
	28	Noemacheilus oxianus	Амударьинский голец /Amu-Darya stone loach
	29	Noemacheilus amudarjensis	Бухарский голец /Bukhara stone loach
	30	Noemacheilus malapterurus longicauda	Гребенчатый голец / Stone loach
	31	Cobitis aurata aralensis	Аральская шиповка / Golden spiny loach
SILURIDAE	32	Silurus glanis l.	Европейский сом /Wels
PERCIDAE	33	Perca schrenki	Балхашский окунь /Balkhash perch
	34	Stizostedion lucioperca (l.)	Судак /Pikeperch

POECILIDAE	35	Gambusia affinis**	Гамбузия /Mosquito fish
CHANNIDAE	36	Channa argus warpachowskii	Амурский змееголов /Amur snakehead
GOBIIDAE	37	Pomatoschistus caucasicus	Бычок-бубырь / Bubyr
	38	Rhinogobius brunneus	Риногобиус
	39	Oryzias latipes sinensis	Медака / medaka

* Долгое время ихтиологи считали, что в водоемы Узбекистан вселен подвид Carassius auratus gibelio. Позже специалисты разделили два самостоятельных вида: Carassius auratus и Carassius gibelio. Какой из видов (или оба) обитают в настоящее время в Узбекистане мы не знаем, это требует исследований.

** Долгое время ихтиологи считали, что в водоемы узбекистан вселен подвид гамбюзии Gambusia affinis holbrooki. позже специалисты разделили два самостоятельных вида: Gambusia affinis и Gambusia holbrooki. Какой из видов (или оба) обитают в настоящее время в Убекистане мы не знаем, это требует исследований.

Популяционное разнообразие рыб

Особо отметим, что в естественном состоянии в равнинной части Зарафшана практически не было географически обособленных участков рек и озер, вследствие чего практически все виды были представлены одной популяцией. С созданием водохранилищ и озер-накопителей дренажной воды ихтиологи очень быстро стали отмечать, что в каждом таком водоеме стали обособляться популяции (Камилов, 1973). Таким образом, и популяционное разнообразие резко увеличилось в результате антропогенного воздействия.

Заключение и рекомендации

Биоразнообразие рыбных ресурсов бассейна реки Зарафшан (на территории Узбекистана, т.е. в среднем и нижнем течении реки) в естественном состоянии (до середины 1960-х гг.) можно характеризовать следующими показателями:

- 2 основных типа гидроэкосистем – (а) реки и каналы с проточной воды, режим тока воды определялся естественным образом, (б) солончаковые озера с солоноватой водой, которые часто меняли размеры в течение года или даже полностью пересыхали;
- Видов рыб – 17, ихтиофауна близка к таковой в реках Амударье и Сырдарье;
- Все виды рыб были представлены в основном одной популяцией.

Антропогенное воздействие проявлялось в основном двумя факторами: (а) крупномасштабным ирригационным строительством для нужд поливного земледелия, (б) акклиматизационными работами для формирования промысловой ихтиофауны как в водоемах ирригационного назначения так и прудовой аквакультуре. В основном воздействие указанных факторов происходило в 1960-х – 1980-х годах. С 1990-х гг. крупномасштабного ирригационного строительства и акклиматизационных работ по вселению рыб не проводили.

Современное состояние разнообразия рыбных ресурсов можно характеризовать следующими показателями:

- В добавление к имеющимся созданы новые типы гидроэкосистем: (а) проточные каналы с регулируемым стоком, (б) крупные водоемы со стоячей

водой (водохранилища и озера-накопителя дренажной воды); т.е., не вдаваясь в частности, существует минимум 4 типа гидроэкосистем;

- в добавление к обитавшим в бассейне появилось много новых видов рыб (в т.ч. редких исчезающих, промысловых, малоценных и сорных), всего количество видов рыб в равнинной части бассейна Зарафшана достигло 39;
- количество популяций резко увеличилось вследствие того, что появились географические барьеры (дамбы водохранилищ, сельскохозяйственные угодья, которые промывают ирригационной водой от засоления и др.), разделившие бассейн на обособленные участки; уже к середине 1970-х гг. в каждом водохранилище и впадающем участке реки/канала констатировали формирование собственных популяций практически всех видов рыб.

В естественном состоянии водоемы бассейна р. Зарафшан не имели рыбопромыслового значения вследствие отсутствия значимых по численности стад рыб. Ирригационное строительство создало крупные водоемы со стоячей водой (потенциально – водоемов нагула), в которых искусственно формировали промысловую ихтиофауну путем акклиматизационных работ. Вследствие этого в бассейне Зарафшана появилось и стало развиваться рыбное хозяйство (рыболовство и прудовое рыбоводство). В 2000-х гг. производство рыбы в бассейне составляло 1000-1200 тонн рыбы в год, в 2014 г. – 6700 т/год (за счет рыболовства и рыбоводства).

Таким образом, специалисты рыбного хозяйства в 1950-1980-х гг. разработали продуманные решения в ответ на запланированное ирригационное строительство. Создавались новые водоемы, в которых как местные виды рыб, так и вселенцы были новыми обитателями, формирующими как кормовую базу, так и ихтиофану. Вселения новых видов рыб осуществлены так, что не было отрицательного воздействия на местную фауну, но продуктивность водоемов после натурализации вселенцев возросла в десятки раз.

В настоящее время в Узбекистане стоит задача существенного увеличения производства рыбы для обеспечения полноценного питания населения, потребление рыбы в настоящее время составляет около 1,5 кг/чел./год. Для достижения среднемирового уровня (16,6 кг/год в конце 2000-х) следует увеличить поставки рыбы на местный рынок более чем в 10 раз. Стоит теоретический вопрос, можно ли это сделать внутри республики или следует ориентироваться на импорт. При этом в основе теоретического решения должно быть безусловное выполнение Конвенции о биоразнообразии.

Знания основ рыбного хозяйства сразу (т.е. на уровне системных экспертных знаний) позволяет сделать однозначное понимание, что использование рыбных ресурсов бассейна Зарафшана на уровнях популяционном и видовом не способно обеспечить какое либо существенное увеличение производства рыбы (т.е. не стоит предпринимать попытки увеличить лов рыбы). Увеличение производства рыбы возможно только за счет рационального использования такого компонента как разнообразие гидроэкосистем! При этом отметим, что в бассейне Зарафшана

в настоящее время имеется около 115,4 тысяч га искусственно созданных озер-накопителей дренажных вод и водохранилищ и создано около 2,2 тысяч га рыбоводных прудов. Речь может идти только о развитии новых для республики систем интенсивной аквакультуры. Анализ мирового опыта позволил нам для специфических условий Узбекистана выбрать в качестве самой перспективной для выращивания товарной рыбы - садковую аквакультуру. Садки следует устанавливать в озерах и водохранилищах, не меняя режим их эксплуатации. Минимальной рыбопродуктивностью садков можно считать уровень в 40 кг/м^3 товарной рыбы. В этом случае в бассейне реки Зарафшан можно будет производить 100000 тонн рыбы в год (что составляет уровень 16 кг/чел./год для населения бассейна), для чего потребуется всего площадь водоемов под садки - 200 га (!!!). Еще минимум 7000 га водоемов потребуется для утилизации гидроэкосистемами продуктов обмена веществ рыб в садках. Т.е. водных ресурсов для интенсивной аквакультуры в бассейне более чем достаточно. Проекты по интенсивной аквакультуре могут быть самыми успешными идеями для бизнеса. Это же позволит начать принципиально новые для Узбекистана направления развития использования биоразнообразия рыбных ресурсов: освободить большую часть водоемов от производства товарной рыбы и развивать рекреационное и спортивное рыболовство, экотуризм и т.д. Именно такое развитие полностью следует Конвенции о биоразнообразии.

Литература

Абдуллаев М.А. 1975. Ихтиофауна озер низовьев р. Зарафшан и ее использование в промысле, Узбекский биологический журнал, 5, с. 68.

Берг Л.С. 1948 – 1949. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран, в 4х томах, Москва-Ленинград, Издательство АН СССР, 228 с.

Камилов Г.К. 1973. Рыбы водохранилищ Узбекистана, Ташкент: Фан, 234 с.

Никольский Г.В. 1938. Рыбы Таджикистана, Москва- Ленинград, Издательство АН СССР.

Салихов Т.В., Камилов Б.Г. Атаджанов А.К. Рыбы Узбекистана (определитель). Ташкент: Chinor ENK, 2001, 152 с.

Турдаков Ф.А. 1963. Рыбы Киргизии, Фрунзе, Издательство АН КиргССР, 283 с.

Urchinov Z. 1995, Fisheries in the Zarafshan River Basin (Uzbekistan). In: Petr, T. (ed.). Inland Fisheries Under the Impact of Irrigated Agriculture: Central Asia, FAO Fisheries Circular No. 894 Rome, FAO, 62 p.

ABSTRACT. Dates of fish resources biodiversity in natural conditions (before 1960s) and under impact of anthropogenic factor (irrigation development and introduction of new species) in Zarafshan River basin (Uzbekistan) were summerised. Naturally, 2 types of hydroecosystems, 17 fish species each with one population were marked. At present, there are 4 types of hydroecosystems, no any species vanished, at the same time, 39 fish species habitat in the basin with separated populations in each reservoir and lake. Biodiversity of fish resources increased that show good plans of activity of fisheries specialists in 1960-1980-s.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ИХТИОЦЕНОВ В РЕКАХ ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА

Е.П. Карпова, Э.Р. Аблязов
Институт морских биологических исследований им А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, karpova_jey@mail.ru

Своеобразие и высокая обособленность ихтиофауны внутренних водоемов Крыма позволили выделить эти водоемы в отдельный Крымский участок Черноморского округа Понто-Каспийско-Арельской провинции Средиземноморской подобласти Палеарктики (Берг, 1949). Однако, ихтиофауна крымских рек за последнее столетие претерпела масштабнейшие изменения. Видовой состав ее в целом увеличился более чем вчетверо (Карпова, Болтачев, 2012) и помимо аборигенной компоненты в каждом из водоемов появилось значительное число видов-вселенцев, изменились ареалы и особенности распределение некоторых нативных видов.

По своим гидрологическим характеристикам внутренние водоемы Крыма разделяются на 5 районов, для каждого из которых характерны свои ихтиофаунистические особенности. Среди рек юго-западного макросклона крымских гор наибольшим сходством абиотических характеристик отличаются реки Альма, Кача и Бельбек. Долины их параллельны, для водоразделов характерен волнисто-грядовый рельеф на юге и равнинный на севере, расчлененность рельефа закономерно убывает в северном направлении (Олиферов, Тимченко, 2005). Наибольшей водностью отличается река Бельбек (Шутов, 1979).

До начала активного хозяйственного преобразования в этих реках было зарегистрировано и описано незначительное количество видов. По данным первых исследователей (Кесслер, 1860; 1877; Цееб, 1929; Пузанов, 1929; Делямуре, 1964) в их горной части присутствовали лишь 2 вида – усач крымский и ручьевая форель, несколько ниже по течению к ним присоединялась южная быстрянка и голавль. Пескари присутствовали только в реках Кача и Альма. На присутствие в последней шемаи указывал Кесслер (1860) и на основании его работы – Берг (1949), но в сборах Цееба (1929) этот вид здесь полностью отсутствовал. В Альме были отмечены поимки карпа (Цееб, 1929), но как объекта рыбоводства, случайно проникшего в русло из расположенных поблизости рыбоводных прудов. Указанными видами исчерпывается список пресноводных рыб, официально зарегистрированных в реках юго-западного Крыма на начало 20 века. В устьях некоторых из вышеуказанных рек отмечались виды морского происхождения, заходящие из морских приустьевых акваторий, в частности, трехиглая колюшка (Цееб, 1929; Делямуре, 1964).

С начала 50-х годов прошлого века происходило активное зарыбление созданных на реках полуострова водохранилищ и прудов. В процессе

целенаправленной интродукции в водоемы бассейнов рек юго-западного Крыма было вселено 15 видов хозяйственно ценных рыб (Делямуре, 1964; 1966). Сопровождала этот процесс и случайная (бракеражная) интродукция, которая, однако, ранее специально не изучалась. Судя по тому, что в каждой из рек присутствует до десятка и более мелких сорных чужеродных видов, процесс этот идет давно, что связано с недостаточным контролем за качеством рыбопосадочного материала.

Несмотря на произошедшие значительные ихтиофаунистические изменения, основные характеристики сообществ рыб в реках полуострова до недавнего времени были мало изучены.

Исследование видового состава и структурных характеристик ихтиоценов рек юго-западного Крыма проводилось в ходе ежегодных экспедиций начиная с 2007 г. Облов проводился способом гона с использованием сака из хамсероса с размером ячеи 6,5 мм, имеющим входное отверстие полукруглой формы размером 1,6 х 0,8 м и площадью 1 м^2. Облов проводился на каждой из станций в троекратной последовательности на участках протяженностью около 50 м. Также анализировались уловы жаберных сетей с ячеей 10 – 20 мм. Для определения видового состава, помимо перечисленных орудий лова, использовались вентери, подхваты, ручные сачки, результаты удебного лова и визуальных наблюдений. Для анализа видовой структуры использовали значение видового разнообразия (N) коэффициент Серенсена-Чекановского (K), индекс видового разнообразия Шеннона (H) и нормированная разность общей численности (n) и численности чужеродных (n_a) для данного водотока видов $KA=1-(n-n_a)/n$.

Список рыб, зарегистрированных за последнее десятилетие в бассейнах рек юго-западного Крыма, включает 31 вид из 9 семейств (табл.1).

Сообщества рыб нижнего, среднего и верхнего течения каждой из исследованных рек, а также водохранилищ и прудов, расположенных в их водосборных бассейнах, отличаются своеобразием.

Река Альма. Распределение рыб в Альме в 20-е годы XX века, по данным Я.Я. Цееба (1929), выглядело следующим образом: верхнее течение и истоки – голавль, пескарь, усач, быстрянка, форель ручьевая; среднее течение – голавль, пескарь, усач, быстрянка, карп (последний, по мнению Цееба, проник в русло из находящихся поблизости прудов); нижнее течение – голавль, пескарь, усач, быстрянка; устье – голавль, пескарь.

В настоящее время видовой состав рыб верхнего течения реки не претерпел особых изменений. Помимо указанных видов эпизодически отмечалась на этом участке радужная форель, содержащаяся в рыбоводных прудах на территории Крымского природного заповедника, выпуски которой в Альму носили как плановый, так и несанкционированный характер. Самовоспроизводящихся популяций этот вид в Крыму не создал, разводится искусственно в прудовом хозяйстве.

Таблица 1 - **Таксономический состав ихтиофауны рек юго-западного Крыма Альма, Кача, Бельбек**

№	Вид	Реки			Статус*
		Бельбек	Кача	Альма	
	Карповые (Cyprinidae)				
1	Горчак *Rhodeus amarus* (Bloch, 1782)			+	Ia
2	Карась серебряный *Carassius gibelio* (Bloch, 1783)	+	+	+	Ir
3	Карп, сазан *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758	+	+	+	Ir
4	Усач крымский *Barbus tauricus* (Kessler, 1877)	+	+	+	Ab
5	Белый амур *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844)		+	+	Ar
6	Толстолобик белый *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844)	+	+	+	Ar
7	Толстолобик пестрый *H. nobilis* (Richardson, 1845)	+	+	+	Ar
8	Пескарь крымский *Gobio krymensis* Bănărescu et Nalbant, 1973	+	+	+	Ab
9	Чебачок амурский *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846)	+	+	+	Ia
10	Голавль *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758)	+	+	+	Ab
11	Лещ *Abramis brama* (Linnaeus, 1758)		+	+	Ir
12	Быстрянка южная *Alburnoides bipunctatus fasciatus* (Nordmann, 1840)	+	+	+	Ab
13	Уклея *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758)		+		Ia
14	Шемая крымская *Alburnus mentoides* (Kessler, 1859)	+		+	Ab
15	Верховка *Leucaspius delineatus* (Heckel, 1843)	+		+	Ia
16	Плотва *Rutilus rutilus* Linnaeus, 1758	+	+	+	Ir
17	Красноперка *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758)		+	+	Ia
	Выюновые (Cobitidae)				
18	Щиповка обыкновенная *Cobitis taenia* Linnaeus, 1758			+	Ia
	Лососевые (Salmonidae)				
19	Форель радужная *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)		+	+	Ar
20	Форель ручьевая *Salmo trutta labrax* Pallas, 1814.	+	+	+	Ab
	Щуковые (Esocidae)				
21	Щука *Esox lucius* Linnaeus, 1758	+	+	+	Ir
	Пецилиевые (Poecilidae)				
22	Гамбузия хольбрукская *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859)	+			Ir
	Колюшковые (Gasterosteidae)				
23	Колюшка трехиглая *Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758	+	+	+	Ab
	Центрарховые (Centrarchidae)				
24	Окунь солнечный *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758)		+		Ia
	Окуневые (Percidae)				
25	Окунь обыкновенный *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758	+	+	+	Ia
26	Ерш обыкновенный *Gymnocephalus cernua* (Linnaeus, 1758)	+		+	Ia
27	Судак *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)	+		+	Ir
	Бычковые (Gobiidae)				
28	Бычок гонец *Neogobius gymnotrachelus* (Kessler, 1857)			+	Ia
29	Бычок головач *N. kessleri* (Günther, 1891)			+	Ia
30	Бычок песочник *N. fluviatilis* (Pallas, 1814)	+	+	+	Ia
31	Бычок трубконосый *P. semilunaris* (Heckel, 1837)	+	+	+	Ia
	ВСЕГО	**21**	**22**	**28**	

*Ab – аборигенные виды; Ir – хозяйственно ценные интродуценты, образовавшие самовоспроизводящиеся популяции; Ar – объекты аквакультуры, выпускаемые в природные водоемы; Ia – виды, проникшие в результате случайной интродукции.

В среднем течении реки нами отмечено 2 типа ихтиоценов. На участках, слабо преобразованных в результате хозяйственной деятельности и сохранивших естественные характеристики дна, течения и т.п., были зарегистрированы быстрянка южная, шемая крымская, усач крымский и голавль. Первые два вида значительно преобладали, будучи близкими по численности (48,6% быстрянка и 46,0% шемая), на долю усача и голавля в уловах приходилось по 2,7%, тогда как по биомассе доминировала шемая (71,0%) за счет более крупных размеров. Доля быстрянки составляла 27,0%, усача 0,7% и голавля – 1,3%. Единично были отмечены бычки - гонец и трубконосый.

На участке, где русло реки было зарегулировано в результате постройки Партизанского водохранилища, в связи с чем, течение практически отсутствует, дно сильно заилено и покрыто слоем нитчатых водорослей, видовой и количественный состав сообщества рыб значительно отличался. Преобладающим видом, как по численности, так и по биомассе (70,4% и 51,4% соответственно) здесь являлась обыкновенная щиповка, значительно меньшей была доля пескаря крымского (12,2% и 27,7% соответственно), голавля (10,4% и 11,8%) и быстрянки южной (6,1% и 8,5%), еще более малочислен был реофильный усач крымский (0,9% и 0,6%). Отмечены единичные поимки трубконосого бычка, а шемая здесь полностью отсутствовала.

Коэффициент сходства Серенсена - Чекановского для этих ихтиоценов составляет 0,44, что говорит о высокой степени различий, хотя территориально расстояние между участками составляет всего около 15 км.

В нижнем течении реки, где ранее обитали только 4 вышеуказанных вида, нами было отмечено 10 видов рыб. По численности наблюдалось резкое доминирование одного вида – горчака (72,8%), заметно ниже была доля шемаи (14,2%) и бычка песочника (7,6%), причем, все эти три вида в первой половине XX века здесь не отмечались (Цееб, 1929). Значительно меньшей численности достигали усач (2,1%), голавль (2,0%), бычок-головач (0,4%), обнаружение локальной популяции которого в низовьях Альмы явилась первой находкой этого вида для Крыма (Болтачев и др., 2009), а также пескарь, плотва, окунь обыкновенный и чебачок амурский (в сумме 0,9%). По массе мелкий вид – горчак (26,3%), незначительно уступал в уловах шемае (28,6%), но существенно превышал долю усача (16,7%) и голавля (17,0%), представленных обычно довольно крупными особями.

В устьевой части реки, полностью отделенной от русла обрушившимся гидротехническим сооружением, помимо пресноводных: усача крымского, шемаи крымской, горчака, плотвы и солоноватоводных бычков песочника и головача, обитавших также в нижнем течении, были пойманы морские виды – кефали лобан (*Mugil cephalus*), сингиль (*Liza aurata*), пиленгас (*L. haematocheila*) и трехиглая колюшка. Также был здесь выловлен один экземпляр трубконосого бычка.

В ходе акклиматизационных мероприятий в середине XX в. в водохранилища Альминское и Партизанское вселялись радужная форель, тарань,

лещ, карась серебряный, карп, судак. Отмечались в нем также некоторые аборигенные речные виды, а позднее регистрировались случайно попавшие в эти водоемы щука, верховка, окунь и ерш обыкновенный (Мирошниченко, 2003). В настоящее время ихтиофауна водохранилищ находится в весьма угнетенном состоянии, в основном в результате непрекращающемуся массовому браконьерству.

Река Кача. До начала антропогенных преобразований ихтиофауны в бассейне реки было отмечено 6 видов рыб – крымский усач, быстрянка южная, голавль, пескарь, форель ручьевая и колюшка трехиглая (Цееб, 1929).

Состав ихтиофауны истоков реки и ее верхнего течения типичен для всех рек юго-западного макросклона и включает 5 видов – быстрянку южную, усача крымского, пескаря крымского, голавля и ручьевую форель. Притоки верхнего течения реки (Донга, Писара, Марта, Чуюн-Илга) населяет преимущественно ручьевая форель, в них же, на высоте более 700 м над уровнем моря, зарегистрирован голавль. Несколько ниже отмечается весь комплекс перчисленных видов.

В верхней части среднего течения, на участках, где отсутствуют значительные антропогенные преобразования, видовой состав рыб, за исключением форели, в значительной степени сохраняется. По сравнению с верхним течением доля усача крымского в сетных уловах увеличилась с 60,0% до 74,0% по численности, но почти не возрасла по массе (80,3% и 81,2%) благодаря уменьшению средних размеров (за счет снижения доли рыб старших возрастов). Доля голавля увеличилась по численности от 7,3% до 15,4%, а по массе от 9,3% до 15,3%, тогда как доля пескарей снизилась почти втрое – от 32,7% до 10,6% по численности и от 10,4% до 3,5% по массе.

При анализе уловов мелкоячейного сака из среднего течения реки, быстрянка южная являлась доминирующим видом по численности, доля ее составляла от 53,7 до 76,5%, при этом по массе преобладающим видом по-прежнему был крымский усач (45,0% - 85,8%). При сравнении межгодовой динамики доля усача имела тенденцию к снижению по численности и массе, а доля быстрянки – к увеличению.

Единично встречались в среднем течении в предгорной части также такие виды, как карп, чебачок амурский, окунь обыкновенный, но более или менее многочисленных популяций их не наблюдалось, источником их появления, скорее всего, служили расположенные в бассейне реки пруды и расположенные ниже лентические участки. В то же время, в той части среднего течения, где в результате спрямления русла и интенсивного водозабора река утратила предгорный характер, обмелела и заилилась, образовав заводи, численность таких видов, как чебачок амурский и трубконосый бычок, достигала значительных величин, весьма многочислен здесь и пескарь.

В нижнем течении реки и ее устьевой части сообщество рыб отличается нестабильностью и присутствовием наибольшего числа чужеродных видов, численность которых сильно варьировала в разные годы. На этом участке

отмечались морские рыбы, заходящие на нагул, такие как атерина, кефали - сингиль и пиленгас, также рыбаками-любителями в разные годы выловлено несколько экземпляров катадромного речного угря.

Ранее, в устьевой части реки обитали исключительно голавль и пескарь, составлявшие в уловах по численности 95% и 5% соответственно, несколько выше по течению встречались усач и быстрянка (Цееб, 1929), в настоящее время последняя в низовьях нами не отмечена. Нижняя граница ее обитания расположена в 5–7 км выше по течению от устья. Обитавший здесь ранее пескарь, возможно, вытеснен, занимающим сходную экологическую нишу, бычком песочником, относительная численность которого в уловах была весьма стабильна (6,7% - 8,9%). Наличие и обилие в нижнем течении таких рыб, как карась серебряный, карп, чебачок амурский, окунь обыкновенный, трубконосый бычок, скорее всего, может зависеть от их ската из лотических водоемов бассейна, а пиленгаса и трехиглой колюшки – заходов из морских вод.

В Бахчисарйском водохранилище после его создания проводилась акклиматизация семи видов (Делямуре, 1966) – сига обыкновенного, европейской ряпушки, тарани, леща, карпа и судака, а также карася серебряного, в то же время в нем обитали 4 аборигенных вида (голавль, быстрянка южная, пескарь крымский и усач крымский), а несколько позднее в него вселились верховка и окунь обыкновенный (Мирошниченко, 2003). Согласно нашим данным в последние годы водоеме встречаются такие аборигенные виды, как быстрянка южная и голавль, а также аллохтонные виды - плотва, карась серебряный, карп, окунь обыкновенный, щука, красноперка, уклея, солнчный окунь, бычки - песочник и трубконосый. В расположенном в горной части русловом Загорском водохранилище обитают карп, карась серебряный, толстолобики белый и пестрый, плотва и лещ, а в прудах в верхнем течении реки эпизодически содержится радужная форель.

Река Бельбек. Аборигенная ихтиофауна Бельбека наиболее бедная из всех рек юго-западного Крыма, здесь было отмечено всего 4 вида рыб – быстрянка южная, усач крымский, голавль и ручьевая форель (Цееб, 1929). Верховья и истоки Бельбека, в том числе верховья крупного притока – реки Коккозка в настоящее время населяет преимущественно ручьевая форель. В небольших количествах отмечается также южная быстрянка. В нижней части верхнего течения, в обоих водотоках встречается весь комплекс видов горных рек Крыма: усач, пескарь крымский, голавль и быстрянка южная, из которых последняя наиболее многочисленна. Спорадически появляется ручьевая форель.

На протяжении около 25 километров среднего течения реки, очень однородного по своим биотопическим характеристикам, видовая структура ихтиоцена во многом идентична, за исключением отсутствующей здесь форели. Ниже внутренней гряды Крымских гор нами встречена шемая крымская, ранее в этой реке не отмечавшаяся. Анализ межгодовых показателей относительной численности в уловах в нижней части среднего течения показывает, что наиболее массовым видом является быстрянка южная, хотя относительная доля ее в уловах

по нашим данным несколько снизилась за период исследований с 75,6% до 50,5%. Увеличивалась за этот период относительная численность и масса голавля (от 6,3% до 19,8% и от 15,6% до 48,2% соответственно). В целом же наблюдалась слабая корреляция между значениями относительной численности и массы отдельных видов, очевидно, из-за преобладания в уловах в разные годы различных размерных групп.

Численность шемаи крымской по нашим наблюдениям имеет тенденцию к увеличению и в последнее время этот вид становится массовым на некоторых участках русла р. Бельбек. Значительно ниже, чем в реках Альма и Кача, в среднем течении Бельбека доля пескаря крымского, составляющая в разные годы по численности от 0,7% до 4,5% и по массе от 0,5% до 2,4%. Следует отметить, что в начале XX в. этот вид в Бельбеке не отмечался (Цееб, 1929). Единично регистрировались в среднем течении карась серебряный, карп и щука, источником появления которых могли служить расположенные поблизости пруды и водохранилище. Зарегистрированный в среднем течении (Болтачев и др., 1999) усатый голец *Barbatula barbatula* нами обнаружен не был, вероятно, в одном из прудов ранее существовала локальная популяция этого вида.

Обитателями устьевой части реки, значительно измененной в результате хозяйственной деятельности, являются преимущественно чужеродные виды – гамбузия хольбрукская и амурский чебачок, а также не отмечавшиеся здесь ранее – пескарь крымский, бычки песочник и трубконосый, и морские виды – трехиглая колюшка, кефали сингиль, лобан и пиленгас. Немногочисленны здесь аборигенные голавль и усач крымский, особенно последний, встреченный единично.

Расположенное в верхнем течении в горной части Счастливенское водохранилище в настоящее время населено такими видами, как карась серебряный, карп, толстолобики белый и пестрый, плотва, окунь и судак, в прудах также зарегистрированы щука, ерш обыкновенный, верховка.

Таким образом, в сообществах рыб, которые сформировались на различных участках рек, количество видов в настоящее время варьирует от 4 до 10 (табл. 2), причем, при сравнении видового разнообразия аборигенной и современной ихтиофауны (К) на различных участках всех исследованных рек можно сделать вывод, что пространственный тренд видового богатства изменился на противоположный. Максимальные значения этого показателя мы можем наблюдать сейчас в нижнем течении, тогда как ранее наибольшим количеством видов отличалось верхнее и среднее течение рек.

Видовое разнообразие (Н) сообществ отличается довольно невысокими показателями и слабо меняется от участка к участку, его наибольшие показатели в основном приурочены к низовьям рек. В наибольшей степени отражает степень трансформации рыбного сообщества нормированная разность общей численности и численности чужеродных для данного водотока видов (КА).

Таблица 2 **- Видовое богатство ихтиофауны (N), видовое сходство (K), разнообразие (H) и относительное обилие чужеродных видов (KA) в уловах на различных участках рек**

Параметр	Альма				Кача				Бельбек			
	верхнее течение	среднее течение (ненарушенный участок)	среднее течение (нарушенный участок)	нижнее течение	верхнее течение	среднее течение (ненарушенный участок)	среднее течение (нарушенный участок)	нижнее течение	верхнее течение	среднее течение (ненарушенный участок)	среднее течение (нарушенный участок)	нижнее течение
N	6	7	6	10	5	7	6	8	4	5	8	8
K	0,91	0,67	0,73	0,43	1	0,73	0,8	0,33	1	0,86	0,55	0,36
H		0,903	0,951	0,946		0,929	1,620	1,798			0,972	
KA		0,043	0,727	0,814		0,002	0,210	0,434			0,003	

В каждой из рассматриваемых рек в настоящее время регистрируется до 10 и более чужеродных видов. Их видовое богатство в ряде случаев превышает разнообразие автохтонной ихтиофауны, на некоторых участках чужеродные виды даже доминируют по численности и/или биомассе, что создает значительную конкуренцию аборигенным видам.

Наиболее широко распространенными являются такие аборигенные виды, как быстрянка южная, усач крымский и форель ручьевая. Из чужеродных рыб повсеместно обитают виды, традиционно использовавшиеся для зарыбления - карась серебряный, карп (сазан), толстолобики белый и пестрый, плотва, щука, а также мелкий сорный вид - чебачок амурский. Наиболее массовыми среди вселенцев в реках являются горчак, карась серебряный, окунь обыкновенный и бычок песочник, а в расположенных на них прудах и водохранилищах также чебачок амурский, плотва, уклея, солнечный окунь. В среднем и особенно нижнем течении видовое разнообразие вселенцев зачастую значительно превышает таковое нативных видов. В основном это связано с биотопическими характеристиками рек, значительно меняющимися в сторону лентического типа по мере удаления от истоков, где они носят типично лотический горный характер. Соответственно, чужеродные, в основном днепровские виды, являющиеся преимущественно лимнофильными, находят подходящие для себя условия на участках с медленным течением, более теплой водой и обилием водной растительности.

Литература

Берг Л.С. (1949) Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М. – Л.: Издательство АН СССР. Т. 2: 465-934, Т. 3: 935-1381.

Болтачев А.Р., Игнатьев С.М., Колесникова Е.А., Неврова Е.Л. (1999) Проблемы сохранения биоразнообразия рек Севастопольского региона (на примере р. Бельбек). Акватория и берега Севастополя: экосистемы, процессы и услуги обществу. Севастополь: Аквавита, с. 247-257.

Болтачев А.Р., Карпова Е.П., Данилюк О.Н. (2009) Бычок головач *Neogobius kessleri* (Perciformes, Gobiidae) – новый вид для ихтиофауны Крыма. Морской экологический журнал. - 8(4): 84.

Болтачев А.Р., Карпова Е.П., Данилюк О.Н. (2010) Особенности термохалинных параметров и ихтиоцена эстуария реки Черная (Севастопольская бухта). Морской экологический журнал. - 9 (2): 23-36.

Делямуре С.Л. (1964) Рыбы пресных водоемов. Симферополь: Крым, 70 с.

Делямуре С.Л. (1966) Рыбы пресных водоемов. Симферополь: Крым, 66 с.

Карпова Е.П. Болтачев А.Р. (2012) Рыбы внутренних водоемов Крымского полуострова. Симферополь: Бизнес-Информ, 200 с.

Кесслер К.Ф. (1860) Путешествие с зоологической целью к северному берегу Черного моря и в Крым в 1858 году. Киев: Универс. тип., 248 с.

Кесслер К.Ф. (1877) Рыбы, водящиеся и встречающиеся в Арало-Каспийско-Понтийской ихтиологической области. Тр. Арало-Каспийской экспедиции. СПб, Вып. 4, 360 с.

Мирошниченко А.И. (2003) Рыбы внутренних водоемов Крыма. В: Тарасенко В.С. (ред) Устойчивый Крым. Водные ресурсы. Симферополь: Таврида, с. 142-145.

Олиферов А.Н., Тимченко З.В. (2005) Реки и озера Крыма. Симферополь: Доля, 216 с.

Пузанов И.И. (1929) Крым. Животный мир. Симферополь: Крымгосиздат, 34 с.

Цееб Я.Я. (1929) Предварительные итоги изучения ихтиофауны крымских речек. Тр. Крымск. НИИ. Т. 2.Вып. 2. С. 112-123.

Шутов Ю.И. (1979) Воды Крыма: Научно-популярный очерк. Симферополь: Таврия, 96 с.

ABSTRACT. Species composition and structural features of fish communities of upper, middle and lower reaches of the rivers of southwest Crimea (Alma, Kacha, Belbek) were investigated, as these rivers form a separate group due to their hydrological features and geographical isolation. It is shown that since the beginning of the 50s of the last century the number of fish species in the basins of these rivers has increased significantly, reaching 31 species. We noted that fish communities upper reaches of rivers and the middle reaches of the areas where natural habitats are preserved inviolate foothill type are the most intact. In the lower reaches, and in areas converted as a result of hydraulic engineering the structure fish communities changed much, often alien species Dnieper complex there is dominated by numbers and biomass.

СВЕДЕНИЯ ПО ПИТАНИЮ ОЗЕРНОЙ И ПРУДОВОЙ ПОПУЛЯЦИЙ РОТАНА *PERCCOTTUS GLENII* DYBOWSKI, 1877 (ODONTOBUTIDAE, PISCES)

Е.В. Кириленко, Е.В. Шемонаев
Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, kirilenkoelenav@mail.ru

Проблема инвазий чужеродных видов относится к одному из важных направлений фундаментальных и прикладных исследований (Дгебуадзе, 2000).

В водоемы Средней Волги проник и натурализовался представитель амурской ихтиофауны, - ротан-головешка *Perccottus glenii*. Его нативный ареал расположен на Дальнем Востоке, охватывая бассейн Амура и рек Приморья, северо-восточную часть Китая и север Северной Кореи (Решетников, 2009). Начало экспансии P.glenii в водоемы западной части Евразии началось в 1916 году, вследствие неосторожного обращения людей с биоматериалом и саморасселения вида.

К настоящему времени за пределами своего нативного ареала ротан отмечен в бассейнах рек Висла, Преголя, Неман, Даугава, Великая, Нева, Онега, Северная Двина, Обь, Енисей, Дунай, Днестр, Днепр, Дон, Волга, Урал, в верховьях бассейна р. Амур (Решетников, 2009). Бассейн реки Волги, также входит в современный ареал ротана. В свою очередь Волга является рыбохозяйственным водоемом I категории, с учетом индивидуальных адаптационных способностей вида, публикаций о негативном влиянии ротана на аборигенную фауну амфибий (Решетников, 2009) и рыб становится актуальным уточнение роли ротана в сообществах рыб различных типов водоемов бассейна Волги, особенно в ее пойменных участках, являющихся местом нереста рыб.

Хотя ротану-головешке, успешно вселившемуся и освоившему многие водоемы Евразии в последнее время уделяется достаточно внимания, но многие аспекты его образа жизни остаются исследованными не в полной мере. Так вопросы питания ротана освещаются фрагментарно. Подробно изучалось питание в нативном ареале Синельниковым (1976), в приобретенном - пруды Подмосковья - Спановской и др. (1964). Современные работы по питанию выполнены в основном по единичным пробам, (Вечканов, 2000; Шляпкин, Тихонов, 2001; Плюснина, 2008, Горлачева, 2008). Мониторинговых работ по питанию ротана в определенном водоеме, по которым можно было бы действительно отследить его негативное воздействие на экосистему водоема-реципиента нет. При этом утверждение Еловенко (1980), что ротан уничтожает всю фауну беспозвоночных, быстро подрывает кормовую базу водоема, переходит на каннибализм и скоро становится там единственной рыбой переходит из статьи в статью.

Настоящее исследование является одной из попыток восполнить существующий пробел в исследованиях питания ротана и по мере возможностей

выявить особенности питания прудовой и озерной популяций P.glenii. Сравнить популяции рыб из вновь приобретенного ареала Самарской и Тамбовской областей.

Материал и методика

Материал собирали в прибрежной части пойменных озер Саратовского водохранилища близь с. Мордово Ставропольского района Самарской области - оз. Круглое (312 экз.) в полевой сезон с 2007 по 2012 г.г., озера Ильмень (32 экз.) 3 пробы в летний период 2012 года, и пруда Школьный близь села Александровка Сосновского района Тамбовской области (14 экз.) в летний период 2009 года. Описание озера Круглое представлено ранее (Кириленко, Шемонаев, 2011), озера Ильмень (Кириленко, Шемонаев, 2015). Орудием лова служила мальковая волокуша с ячеей 5 мм, длиной 7 м и высотой 1 м, сеть. На питание исследовано 358 экземпляров P. glenii.

Все отловленные рыбы измерялись (стандартная длина) с точностью до 1 мм, взвешивались с точностью до 0.1 г, определяли пол, стадию зрелости. Возраст определяли по отолитам.

При изучении питания P.glenii просматривалось содержимое всего желудочно-кишечного тракта. Для характеристики питания во все годы наблюдений вычислялась частота встречаемости кормовых организмов разных таксономических групп (% к общему количеству рыб с пищей) и доля (%) организмов по массе - весовой метод с использованием фактических масс (Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях, 1974).

Результаты и обсуждение

В ходе успешной инвазии P.glenii, биология вида для исследователей представляет определенный интерес. Показано, что P. glenii эфрифаг, потребляющий практически все группы организмов живущих в водоеме. Сеголетки и неполовозрелые двухлетки питаются почти исключительно низшими ракообразными. На более поздних этапах развития рыбы переходят на воздушных, околоводных и водных насекомых, как личинок, так и имаго, моллюсков, рыб, в основном собственную молодь (Кириленко, Шемонаев, 2011). Различия в спектре питания P. glenii в разных водоемах определяются особенностью видового состава зоопланктона, зообентоса и некоторых туводных рыб (Литвинов, 1993, Решетников, 2006, Плюснина, 2008, Горлачева, 2008 и др.).

Наблюдения за питанием ротана показали, что спектр питания вида очень широк и включает 48 таксонов. Наибольшее видовое разнообразие насекомых отмечалось в кишечниках рыб из озера Круглое. Хотя это может быть связано с недостаточной выборкой ротанов из пруда Школьный и озера Ильмень. Основными объектами питания, независимо от места поимки ротанов, являются насекомые и молодь рыб (рис. 1, 2, 3). Встречаемость насекомых в пище ротана сохраняется на близком порядковом уровне в озерах Самарской области: в оз. Круглом - чуть менее 70%, в оз. Ильмень - чуть более 70%, а в пруду Тамбовской области достигает более 90%. Среди насекомых встречались:

чешуекрылые (Lepidoptera) сем. Pyralidae, Pyraustidae, стрекозы (Odonata) семейств Libellulidae, Corduliidae, Aeshnidae, Coenagrionidae, клопы (Heteroptera) семейств Gerridae, Naucoridae, Corixidae, Pleidae, Nepidae, Notonectidae, жуки (Coleoptera) семейств Hydrophilidae, Haliplidae, Cucujidae, Dytiscidae, Carabidae, Scirtidae, Chrysomelidae, Curculionidae, двукрылые (Diptera) семейств Ceratopogonida, Chironomidae, Culicidae, Chaoboridae, Tipulidae, Stratiomyidae, Syrphidae, Tabanidae, поденки (Ephemeroptera) семейств Baetidae, Caenidae, Siphlonuridae, ручейники (Trichoptera).

В пруду, в питании рыб, по частоте встречаемости преобладали личинки хирономид (54%), личинки стрекоз (15,4%), личинки ручейников - 15,4%, поденок (7,7%). Представители отр. кладоцера составляли 7,7%.

Популяция рыб из озера Круглое питалась равномернее представителями насекомых, которые в пищевом комке представлены в следующих пропорциях: личинки комара-звонца (17% ЧВ), личинки настоящих комаров (6,5%), поденки (9%), жуки (7,6%), мухи (6,1%), бабочки (5,7%), стрекозы (5,3%), ручейники (4,2%), клопы (4,2%), веснянки (0,4%), остатки насекомых (6,1%).

У рыб из озера Ильмень состав пищи состоял из личинок хирономид (26,3%), ручейников (10%), клопов (5,3%).

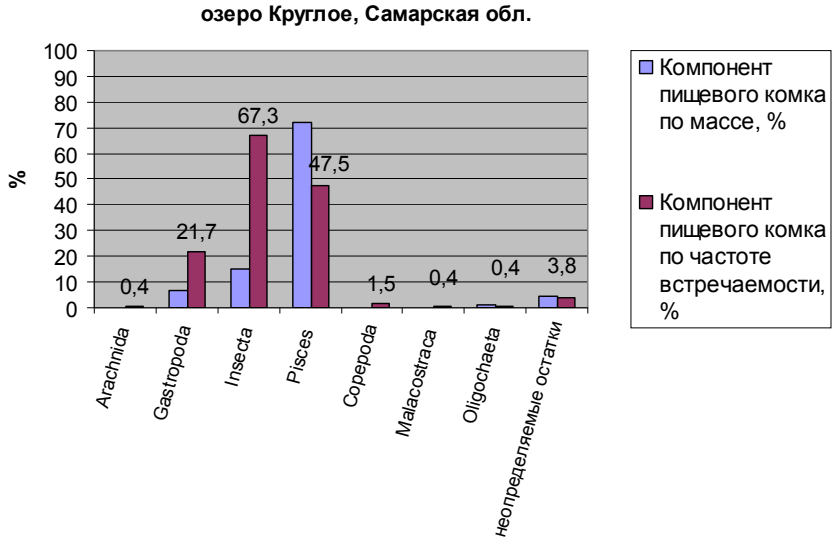


Рисунок 1 - **Спектр питания P. glenii из оз. Круглое, Самарская область, 2007-2012 гг.**

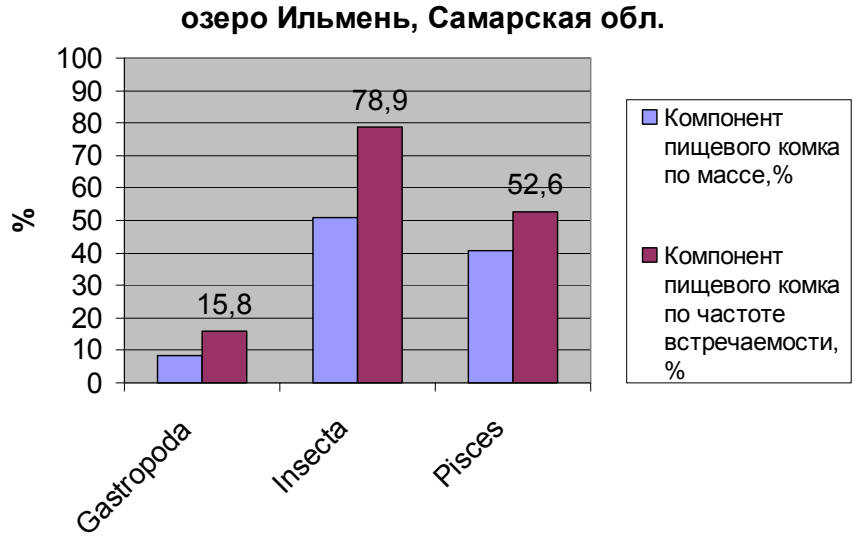


Рисунок 2 - **Спектр питания P. glenii из оз. Ильмень, Самарская область, 2012 г.**

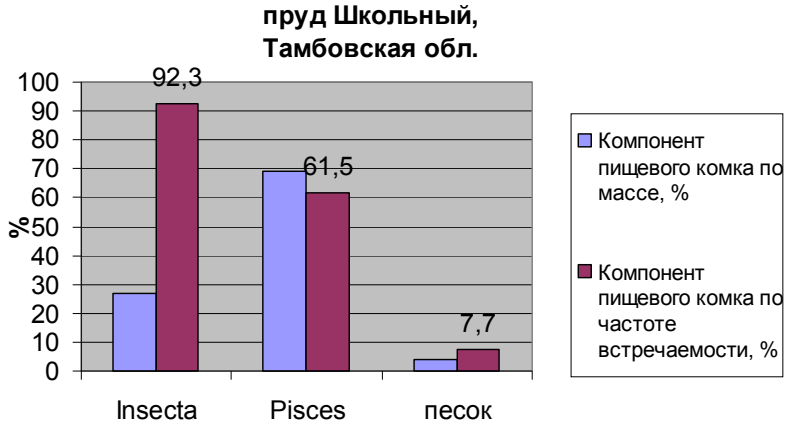


Рисунок 3 - **Спектр питания P. glenii из пруда Школьный, Тамбовская область, 2009 г.**

У ротанов озерной популяции молодь рыб встречалась на уровне 50%, а в прудовой популяции, чуть более 60%. В кишечниках рыб из прудовой популяции встречалась только собственная молодь, в то время как озерная популяция потребляла в небольшом количестве молодь карася и верховки. Некоторые авторы (Еловенко, 1980, Литвинов, 1993) отмечают, что P.glenii выедает икру рыб. Но наши исследования по питанию ротана не выявили в пищевом спектре икру рыб и амфибий. В пище мелких особей ротана встречаются яйца представителей отряда

Cladocera, в первом приближении похожие на икру рыб. Решетников (2006), после проведения экспериментов по кормлению ротана икрой амфибий, поставил под сомнение распространенное, переписываемое из книги в книгу утверждение, что ротан поедает икру амфибий.

Также считается, что ротан выедает фауну земноводных. В наших исследованиях, проводимых в озерах Мордовинской поймы Саратовского водохранилища на территории Самарской области и а пруду Тамбовской области в пищевом комке ротана головастики амфибий встречены не были. Плюснина (2008) отмечает, что в водоемах Хабаровского края личинки сибирской лягушки в пищевом комке ротана, обнаружены не были, в то время как в момент сбора материала, амфибии в водоеме были представлены в большом количестве. В тоже время в водоемах приобретенного ареала - в Тверской (Плюснина, 2008) и Московской (Дгебуадзе, Скоморохов, 2005) областях головастики лягушек входили в состав пищи ротана. А.Н. Решетников (2006), отмечает избирательность питания P. glenii в отношении земноводных. Ротан в экспериментальных условиях активнее потребляет головастиков травяной и остромордной лягушек, чем головастиков серой жабы.

Потребление ротаном головастиков амфибий может быть связано, на наш взгляд, либо высокой численностью и доступностью этих организмов в водоеме, либо со скудностью кормовой базы в водоеме и необходимостью восполнять недостаток пищи головастиками. Косвенное подтверждение этой версии могут служить данные Ю.Б. Мантейфеля и др. (2002), которые показали поведенческое взаимодействие ротана с личинками обычных видов бесхвостых амфибий (остромордая лягушка, травяная лягушка, прудовая лягушка, обыкновенная жаба) в лабораторных условиях. Выяснилось, что ротан хватает всех подряд личинок лягушек, но при этом, большинство схваченных личинок отвергает, оставляя их в не поврежденном виде, с нормальной двигательной активностью. Из схваченных головастиков P.glenii потреблял только остромордую и травяную лягушку. Но голодные P.glenii начинали потреблять даже личинок обыкновенной жабы, которую в обычных условиях ротан всегда отвергает. Причем количество ежедневно съедаемых личинок обыкновенной жабы постепенно увеличивалось в течение нескольких дней эксперимента.

Наши исследования подтверждают, исключительное разнообразие и большую изменчивость спектра его питания (Спановская и др., 1964; Еловенко, 1980; Литвинов, 1993; Горлачева, 2008; Плюснина, 2008; Дгебуадзе, Скоморохов, 2005 и др.). В водоемах приобретенного ареала - в Тверской (Плюснина, 2008) и Московской (Дгебуадзе, Скоморохов, 2005) областях спектр питания ротана-головешки широк и достигает 45 групп организмов, включая рыб и головастиков амфибий.

По данным Горлачевой (2008), питание ротана в водоемах Верхнего Амура (нативный ареал) изменяется в зависимости от их гидрологического режима и размера реки. Так, в крупной реке, с хорошо выраженным руслом, которое

образует различные биотопы, в пищевом комке ротана до 95% встречаемости преобладает рыба (в том числе собственная молодь). В меньших реках, пойма которых заболочена, имеет карьеры, котлованы спектр питания широк и включает в себя бентосные организмы: личинок и куколок хирономид, личинок поденок, ручейников, веснянок, брюхоногих моллюсков и рыб. В реках предгорного и горного типа спектр питания сужается до 3-х и 2-х компонентов пищи - моллюски, личинки веснянок и поденок. В водохранилище основу питания составляли личинки хирономид 96%, хотя автором было отмечено большое количество рыб с пустыми желудочно-кишечными трактами и низкая интенсивность питания. В осушительном канале Приморского края, по данным Плюсниной (2008) состав пищи был сравнительно беден и состоял из личинок насекомых, молоди рыб и высшей водной растительности, составляющей большой процент, что не характерно для ротана.

По нашему мнению, ротан, обладая широкими адаптационными возможностями, приспособлен жить в водоемах, которые по своим биотическим и абиотическим показателям для многих рыб не подходят, скорее всего он не вытесняет аборигенные виды рыб, а занимает не востребованные ими ниши в разных водоемах. Необходимо продолжение исследований сообществ озер, чтобы оценить последствия интродукции на них ротана и обратное влияние сообществ водоема-реципиента на чужеродный вид рыб.

Литература

Вечканов В.С. Рыбы Мордавии. 2000. Саранск: Изд-во Мордовск. ун-та, 80 с.

Горлачева Е.П. Питание ротана *Perccottus glenii* Dybowski в бассейне Верхнего Амура // Чтения памяти В. Я. Леванидова. 2008. С. 287-293

Дгебуадзе Ю.Ю. Экология инвазий и популяционных контактов животных: общие подхода // Виды вселенцы в европейских морях России. Сб. науч. тр. Апатиты: Кольск. науч. центр РАН. 2000. С. 35-49.

Дгебуадзе Ю.Ю., Скоморохов М.О. Некоторые данные по образу жизни ротана *Perccottus glenii* Dyb. (Odontobutidae, Pisces) озерной и прудовой популяции // Труды Гидробиол. станции на Глубоком озере им. И.Ю. Зографа. М. 2005. Т. 9. С. 212-231.

Еловенко В.Н. О роли ротана в водных экосистемах Верхней Волги // В кн.: Антропогенные воздействия на природные комплексы и экосистемы. 1980. Волгоград. С. 57-62.

Кириленко Е.В., Шемонаев Е.В. 2011. Данные о морфологии и биологии ротана-головешки *Perccottus glenii* dybowski, 1877 из озера Круглое Мордовинской поймы Саратовского водохранилища // Известия Сам. науч. центра РАН. 2011. т.13, № 1. С. 207-210.

Е.В. Кириленко, Е.В. Шемонаев. Интерсексуальная особь ротана-головешки Perccottus glenii (Odontobutidae) // Вопросы ихтиологии, Т.55, №2, 2015г. С 228-233.

Литвинов А.Г. Экология ротана-головешки (*Perccottus glenii* Dyb.) в бассейне оз. Байкал и его влияние на промысловых рыб // Автореферат .... дисс. канд. биол. наук. С.-П. 1983. 25 с.

Мантейфель Ю.Б., Киселева Е.И., Решетников А.Н. Хемосенсорная экология и этология амфибий: исследования на гидробиологической станции «Глубокое озеро» // Труды Гидробиол. станции на Глубоком озере им. И.Ю. Зографа. Москва - Тула. 2002. Т. 9. С. 150-171.

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях, 1974).

Плюснина О.В. Питание ротана - *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 (Odontobutidae, Pisces) в водоемах естественного и инвазийного ареалов // Поволжский эколог. ж-л. 2008. № 2. С. 120-125.

Решетников А.Н. Глобальное сокращение численности земноводных и роль рыбы ротана в этом процессе. // Мастер -класс для «Пантоподы». Ж-л п/ред. Калякин, Кобузева, Кукулин, Петраш, Староверов. 2006. М,, КМК. С. 112-116.

Решетников А.Н. Современный ареал ротана *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 (Odontobutidae, Pisces) в Евразии // Россйс. ж-л биол. инвазий. 2009. № 1. С. 22-35.

Спановская В.Д., Савваитова К.А., Потапова Т.Л. Об изменчивости ротана (*Perccottus glenii* Dyb., fam. Eleotridae) при акклиматизации // Вопр. ихтиологии. 1964. Т. 4, вып. 4 (33). С. 632-643.

Синельников А.М. Питание ротана в пойменных водоемах бассейна р. Раздольная (Приморский край) // Биология рыб Дальнего Востока. Владивосток: Изд-во Дальневост. гос. ун-та, 1976. С. 96-99.

Шляпкин И.В., Тихонов С.В. Распространение и биологические особенности ротана *Perccottus glenii* Dybowski в водоемах верхнего Поволжья // В сб. США - Российский симпозиум по инвазийным видам. Боок: ИБВВ. 2001. С. 203-204.

ABSTRACT. In article materials on food of a rotana-brand of Perccottus glenii of pond and lake populations from the Samara and Tambov areas (the acquired area) are considered. The wide range of food which basis are various insects and own whitebaits of fishes is shown. Comparison of own material with literary data on Rotan's food from other regions is given.

К БИОЛОГИИ ЩУКИ *ESOX LUCIUS* LINNAEUS, 1758 КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А.В. Киткин
Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Казань, gosniiorh@gmail.com

Введение

Все более весомое влияние на природу и, в частности водные экосистемы, стал оказывать человек в результате своей хозяйственной деятельности, включающей гидростроительство, судоходство, сточные сбросы, рыбоводные мероприятия и др. Наибольшую опасность представляет бесконтрольная деятельность человека, без учета специфики биологических объектов и ресурсов, которая приводит к нарушению сложившихся экосистем. Грандиозным по своим масштабам является гидростроительство и создание водохранилищ.

Водохранилища – водоемы нового типа, сильно отличающиеся по своим характеристикам от речных систем. С одной стороны, образование водохранилищ – это грандиозный эксперимент в природе, с другой – это новый хозяйственный объект и важно, чтобы он использовался комплексно и корректно с учетом различных отраслей водопользования. При этом важную роль играет рыбохозяйственная эксплуатация водохранилищ. Рациональное использование рыбных ресурсов невозможно без знания происходящих в них изменений. Зарегулирование стока реки с постоянно меняющимся режимом уровня воды особенно резко сказывается на размножении рыб (Кузнецов, 2005).

Длительность процесса формирования ихтиофауны зависит от целого ряда причин, из которых решающее значение имеют характер изменения условий существования рыб после зарегулирования стока, состав исходного населения водоема, кормовые ресурсы, межвидовые отношения и воздействие человека (Лукин, 1966).

В этом отношении ряд видов, не сумевших приспособиться к новым изменившимся условиям среды, оказывается в худшем положении. Одним из таких видов является щука.

Щука - ранне-весенне нерестующий вид. Размножается исключительно в прибрежье, используя для откладывания икры самые мелководные участки с хорошо развитой растительностью. Для щуки условия естественного воспроизводства в Куйбышевском водохранилище оказались крайне неблагоприятными в результате резкого колебания уровня воды в нерестовый период. Сокращение площади прибрежных мелководий в связи с неблагоприятным режимом уровня воды в весенний период, вызывает снижение эффективности размножения этой рыбы. В отношении использования мест и субстрата для икрометания щука в условиях водохранилища сохранила стенобионтность, что

при резких колебаниях уровня воды весной негативно сказывается на результатах ее размножения и, следовательно, ее численности.

Однако, вместе с тем, в популяции щуки произошли существенные изменения в отношении сроков икрометания и нерестовых температур. Нерест ее стал более растянутым, и часть популяции приспособилась размножается при более высоких температурах в 10-18 ºС. Если в речных условиях нерест щуки проходил в сравнительно сжатые сроки (Лукин, 1958), то в водохранилище особи с четвертой стадией зрелости гонад стали встречаться в уловах до начала июля (Аутко,1960). Данное обстоятельство позволило щуке сохранить, хоть и не на самом высоком уровне, свою численность. Таким образом, у щуки проявляется зависимость величины генераций от уровня воды в весенний период, а пополнение её более высоко в годы с максимальными отметками уровня воды и крайне низко при его низких отметках. Все это проявляется в высоком колебании численности вида.

Работ по изучению щуки, как в р. Волге, так и в условиях водохранилища крайне мало, хотя данный вид весьма интересен в сфере экологического изучения.

Целью настоящей работы является исследование размерно-весового, возрастного состава и полового созревания щуки в Куйбышевском водохранилище в условиях антропогенного воздействия и факторов, влияющих на её популяционные показатели.

Материал и методика

Материал для данной статьи собирался в весенне-летний период 2015 года (май – июнь) в Тетюшском плесе Куйбышевского водохранилища с помощью ставных сетей ячеей 36–70 мм. На биологический анализ собрано и обработано 50 экземпляров щуки. Измерение длины, массы рыб, сбор регистрирующих структур на определение возраста осуществляли по Правдину (1966). Для установления стадий зрелости гонад пользовались общепринятой методикой (Никольский, 1965). Статистическую обработку полученных результатов проводили по общепринятым методикам (Лакин, 1980)

Результаты и обсуждение

В первые годы функционирования водохранилища, несмотря на огромное количество производителей, эффективность размножения щуки резко снизилась, но уловы ее некоторое время продолжали держаться на высоком уровне только за счет рыб поколений 1956-1957 гг. (Лукин, 1966). Наибольшее количество щуки было поймано в 1960 г., в дальнейшем, уловы её стали снижаться. В настоящее время они колеблются на уровне 2,0-3,7% от общего вылова.

Согласно нашим исследованиям, основу уловов 2015 года составляли рыбы длиной от 35,0 до 85,0 см (табл.1).

Таблица 1 - **Размерный состав уловов щуки в Тетюшском плесе Куйбышевского водохранилища в весенний период 2015 г.**

Год	Пол	Показатели	Длина тела, см											n	M±m
			35,0-40,0	40,1-45,0	45,1-50,0	50,1-55,0	55,1-60,0	60,1-65,0	65,1-70,0	70,1-75,0	75,1-80,0	80,1-85,0	85,1-90,0		
2015	♀	Кол-во	-	1	2	3	4	2	5	5	3	6	1	32	65,4±1,57
		%		3,1	6,3	9,4	12,5	6,2	15,6	15,5	9,4	18,8	3,1	64	
	♂	Кол-во	4	5	6	2	1	-	-	-	-	-	-	18	48,3±1,73
		%	22,2	27,8	33,3	11,1	5,6	-	-	-	-	-	-	36	

Примечание: M - средняя длина, см; n - количество исследованной рыбы

Из представленных в таблице данных отмечается, что по количеству особей преобладают самки, размеры которых значительно превышают таковые самцов. Это, по-видимому, объясняется тем, что вылов рыбы производился в период нереста, когда одну самку при размножении сопровождают несколько самцов, созревающих раньше самок и при меньших размерах.

Средняя длина самцов в уловах составляла 48,3±1,73 с колебаниями от 40 до 50 см, самок - 65,4±1,57 и от 65 до 85 см, соответственно. Масса вылавливаемых рыб колебалась от 450 г до 6000 г, составляя в среднем 2365±219,4 г (табл. 2). В уловах преобладали крупные особи самок и более мелкие особи самцов. Самая крупная щука (самка), выловленная нами, достигала длины 90 см, при массе 6000 г. Самая мелкая щука (самец) имела длину 36 см, при массе 450 г. Основная часть самок щуки была представлена рыбами массой более 2400 г., тогда как самцов весом более 2400 г. в уловах не встречалось (табл. 2).

Таблица 2 - **Весовой состав уловов щуки в Тетюшском плесе Куйбышевского водохранилища в весенний период 2015 г.**

Год	Пол	Показатели	Вес тела, г									
			450,0-800,0	800,1-1600,0	1600,1-2400,0	2400,1-3200,0	3200,1-4000,0	4000,1-4800,0	4800,1-5600,1	>5600	n	M±m
2015	♀	Кол-во	-	7	3	5	6	7	2	2	32	3603±247,4
		%		21,9	9,4	15,6	18,8	21,9	6,2	6,2	100	
	♂	Кол-во	8	9	1	-	-	-	-	-	18	1128±191,4
		%	44,4	50,0	5,6						100	

Из данных, представленных в таблице 2, отмечается, что в уловах преобладают крупные экземпляры щуки массой от 2400 г до 4800 г. Это объясняется тем, что рыбы выловлены во второй половине мая, в конце нерестового периода щуки, когда на нерест идут самые крупные особи. Такая закономерность наблюдается практически у всех видов рыб. Следует отметить, что не вся площадь Тетюшского плеса по экологическим условиям подходит для нереста щуки. В основном это открытая, без мелководных заросших участков акватория водоёма, лишь в определенных местах пригодная для нереста щуки и только в многоводные годы. Все нерестилища щуки здесь находятся вблизи русла реки. После нереста рыбы в основном уходят в глубокие участки водоёма и лишь мелкие экземпляры остаются в мелководной зоне, что подтверждается летними уловами. Этим объясняется и малое количество выловленных и исследованных нами рыб.

В уловах 2015 года популяция щуки представлена в основном самцами в возрасте 3 года (72,2%) и четырех-шести годовалыми самками (65,6%) (табл. 3). Средний возраст самок щуки составил 5,5 года, самцов - 3 года. Самцы старше 4 лет в уловах не попадались. По-видимому, это объясняется тем, что самки щуки становятся половозрелыми лишь к концу третьего года, поэтому рыбы младше трех лет в весенних уловах не встречались. Самки в возрасте 7-8 лет составляли 15,6%, рыбы старше 8 лет в наших уловах не зарегистрировано.

Таблица 3 - **Возрастной состав уловов щуки в Тетюшском плесе Куйбышевского водохранилища в весенний период 2015 г.**

Год	Пол	Показатели	Возраст, лет							
			2	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**n**
2015	♀	Кол-во	-	6	4	10	7	2	3	32
		%	-	18,7	12,5	31,3	21,9	6,2	9,4	100
	♂	Кол-во	2	13	3	-	-	-	-	18
		%	11,1	72,2	16,7	-	-	-	-	100

По характеру размерно-половых соотношений рыб, по классификации Замахаева (1959) щука относится к группе рыб, у которых самки крупнее самцов.

Таблица 4 – **Соотношение полов в размерных группах щуки в Тетюшском плесе Куйбышевского водохранилища в весенний период 2015 г.**

Пол	**35,0 – 40,0**	**40,1 – 45,0**	**45,1 – 50,0**	**50,1 – 55,0**	**55,1 – 60,0**	**60,1 – 65,0**	**65,1 -70,0**	**70,1 – 75,0**	**75,1 – 80,0**	**80,1 – 85,0**	**85,1 – 90,0**	**% соотн. ♀ и ♂**
♀	-	2,0	4,0	6,0	8,0	4,0	10,0	10,0	6,0	12,0	2,0	64,0
♂	8,0	10,0	12,0	4,0	2,0	-	-	-	-	-	-	36,0

Как видно из представленных в таблице 4 данных, в уловах преобладали самки, хотя в младшевозрастных группах рыб самцы заметно превалировали. В последующем, в старшевозрастных группах, соотношение полов меняется в пользу самок. Такая закономерность объясняется разновременностью созревания самцов и самок.

Анализ средних размеров рыб, выловленных в весенний период 2015 г. в Тетюшском плесе Куйбышевского водохранилища, выявил довольно высокие их показатели (табл. 5). Так в 2 года размеры рыб в среднем достигают 36,5 см, что значительно выше таковых в р. Сура (чуть более 23 см) и Чебоксарском водохранилище (менее 30 см) (Кузнецов, 2005). По нашему мнению это объясняется благоприятными условиями обитания и достаточной кормовой базой.

Таблица 5 - **Средние размеры щук в разных возрастных группах в Тетюшском плесе Куйбышевского водохранилища в весенний период 2015 г.**

Возраст, годы	2	3	4	5	6	7	8
Размеры рыб, см	36,5	45,7	58,1	71,7	77,3	82,5	85,3

Анализ роста щуки в Тетюшском плесе Куйбышевского водохранилища выявил довольно высокие его показатели (табл. 6). Как видно из представленных в таблице 6 данных, наибольший прирост у рыб наблюдается до четырех и пяти лет и достигает 12,4–13,6 см. Такая тенденция отмечается как у самцов, так и у самок, хотя у самок наблюдается более интенсивный прирост. Затем темп роста постепенно замедляется и составляет лишь 2,8 см.

Таблица 6 - **Рост щуки в Тетюшском плесе Куйбышевского водохранилища (по данным весенних уловов 2015 г.)**

Пол	**Показатели**	**Длина, см**						
		2	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
♀	М	-	49,0	59,5	71,7	77,3	82,5	85,3
	кол-во	-	7	4	10	7	2	3
	прирост	-	-	10,5	12,2	5,6	5,2	2,8
♂	М	36,5	43,8	56,3	-	-	-	-
	кол-во	2	12	3	-	-	-	-
	прирост	-	7,3	12,5	-	-	-	-
Общие показатели	М	36,5	45,7	58,1	71,7	77,3	82,5	85,3
	кол-во	2	19	7	10	7	2	3
	прирост	-	9,2	12,4	13,6	5,6	5,2	2,8

Заключение

Уловы щуки в условиях вновь образованного Куйбышевского водохранилища в начале его существования, по сравнению с таковыми в р. Волга, резко возросли, но с 1961 года они стали снижаться. Это связано со снижением эффективности естественного воспроизводства щуки в результате изменения уровненного режима в период размножения рыб и уменьшения нерестовых площадей. Однако с образованием водохранилища нерест щуки стал более растянутым, но условия для размножения ее не всегда бывают благоприятными.

В Куйбышевском водохранилище щука растет быстро и созревает рано.

В весенний период 2015 года в уловах преобладали рыбы в возрасте 3-6 лет, остальные возрастные группы были представлены единично. Отмечено, что самки опережают в росте самцов. В возрасте 2-3 лет в популяции доминировали самцы, что объясняется более ранним их половым созреванием, тогда как в старшевозрастных группах самки по численности преобладали над самцами.

Максимальный весовой прирост у щуки наблюдается в 4–5 летнем возрасте. Затем этот показатель постепенно снижается.

В связи со снижением численности щуки в Куйбышевском водохранилище, необходимо проводить работы по искусственному воспроизводству и выпуску молоди данного вида, с целью сохранения и увеличения её запасов в водоёме.

Литература

Аутко Б.Ф. Промыслово-биологическая характеристика щуки Куйбышевского водохранилища по материалам 1960 и 1963гг. / Тр. Тат. отд. НИОРХ, в.9, 1960

Замахаев Д.Ф. О темпах размерно-половых соотношений у рыб. Тр. Моск. техн. ин-та рыбн. пром. и хоз-ва., вып.10, 1959

Кузнецов В.А. Рыбы Волжско-Камского края. Казань: Идел-Пресс. 2005.

Лакин Г.В. Биометрия. / Г.В. Лакин. - М.: Высшая школа, 1980.

Лукин А.В. Первые годы существования водохранилища и условия формирования в нем стада промысловых рыб. Тр. Тат. отд. НИОРХ, в.8, 1958.

Лукин А.В. Основные особенности формирования запасов леща, судака и щуки в Куйбышевском водохранилище и задачи регулирования промысла на данном этапе. Наблюдения над формированием фауны Куйбышевского водохранилища, изд. КГУ, т.123, кН.7, 1966.

Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. / Г.В. Никольский. - М: Наука, 1965. 382 с.

Платонова О.П. Наблюдения над размножением щуки в Свияжском заливе. Казань: Изд-во КГУ. 1969, 69 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. / И.Ф. Правдин. - М: Пищевая пром-ть, 1966. 376 с.

ABSTRACT. According to the materials obtained during field work in the spring of 2015 analyzed the current state of pike Tetyushi reach of the Kuibyshev reservoir.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ ЗАИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ж.В. Киткина
Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Казань, sol880@mail.ru

В Республике Татарстан в результате зарегулирования стока реки Степной Зай в 1962 году был образован водоем-охладитель Заинской ГРЭС. Площадь его при НПУ 73 м составляла 20,45 км^2, объем – 65 млн. м^3. Однако по съемке 2002 года полный объем водохранилища составлял 55,0 млн. м^3; площадь зеркала – 16,9 км^2, что говорит о сокращении объема водоёма на 15,4%, а площади зеркала на 17,4% под воздействием различных абиотических, биотических и антропогенных факторов.

Водопользователем Заинского водохранилища является филиал ОАО «Генерирующая компания» Заинская ГРЭС с объемом оборотного водопользования в 141576,6 тыс. м^3/год и безвозвратного водопотребления на нужды ЗайГРЭС – 11000 тыс. м^3/год. Других водопользователей Заинским водохранилищем нет.

Водохранилище предназначено для охлаждения циркуляционной воды и технического водоснабжения Заинской ГРЭС. В составе ГРЭС имеется три береговые насосные станции.

Кроме указанных выше гидротехнических сооружений Заинской ГРЭС в пределах водоохранной зоны и прибрежной защитной полосы Заинского водохранилища находятся:

- часть города Заинска (Старый Заинск), расположенного на правом берегу водохранилища от створа плотины гидроузла вверх по течению на расстоянии около 1,5 км;
- участки садоводческих товариществ, расположенные на левом берегу водохранилища вдоль открытого отводящего канала №2;
- городской пляж г. Заинска, расположенный на левом берегу водохранилища в его центральной части;
- спортивно-оздоровительный центр «Ялта-Зай», находящийся на правом берегу.

В пределах акватории Заинского водохранилища, вблизи земляной плотины, в районе струенаправляющей дамбы, расположено садковое хозяйство.

Заинская ГРЭС имеет свои очистные сооружения и систему канализации. Все сбрасываемые воды, прошедшие через промышленные очистные сооружения предприятия, собираются в пруд-усреднитель, откуда поступают в реку Степной Зай ниже створа плотины. Пруд-усреднитель позволяет провести донейтрализацию и усреднение минерализованных стоков, а также исключить их залповый выпуск

в водный объект. Через систему канализации отводятся дренажные, грунтовые, ливневые и талые воды с территории предприятия. В районе сброса сточных вод станции нет выпусков других предприятий.

Хозяйственно-бытовые стоки станции по напорным коллекторам подаются на биологические очистные сооружения г. Заинска, после которых поступают в реку Бугульда, впадающую в Степной Зай ниже створа плотины.

Кроме вышеназванных водопользователей, в водоохранной зоне водохранилища расположены 38 буровых скважин, принадлежащих нефтегазодобывающему управлению (НГДУ) «Елховнефть», животноводческие фермы, силосные ямы, свалки (Государственный контракт, 2013). Все загрязняющие вещества от их деятельности различными путями поступают в естественные водоемы, постепенно накапливаясь, и в ряде случаев создается такой уровень загрязнения, что они теряют рыбохозяйственное значение.

Под влиянием загрязняющих веществ в водоемах происходят многочисленные изменения, выражающиеся в нарушении физико-химических и биологических свойств воды, ее состава, температуры, газового режима и условий обитания гидробионтов. Первичные изменения в дальнейшем усиливаются сложной цепью последующих нарушений, возникающих от взаимодействия загрязняющих веществ друг с другом или с составными частями воды, в результате чего образуются новые вещества, отрицательно влияющие на водные организмы. Могут происходить процессы в донных отложениях с образованием вредных веществ, приводящих к усилению или ослаблению хода биохимических реакций в воде и грунтах, самоочищения воды, минерализации и т.д. (Аршаница, Перевозников, 2006).

Непосредственно в Заинском водохранилище процессы самоочищения активизированы локально – в основном в верховье и низовье акватории, где вода подвержена хроническому загрязнению и повышена активность процессов ее природной дезактивации. Есть участки с уравновешенным нормальным обеспечением самоочищения (Киткина, 2015).

Нефтепродукты – потенциально опасные вещества (3 класс опасности), которые могут являться источниками возникновения территориальных чрезвычайных ситуаций.

В связи с тем, что в бассейне реки Степной Зай выше Заинского водохранилища размещены основные объекты нефтедобычи, первичной подготовки и переработки нефти Республики Татарстан, показатели по нефтепродуктам в Заинском водохранилище превышают нормативные в разы. Максимальные и минимальные показатели меняются по станциям и по годам. Например, концентрация, превышающая ПДКр/х по нефтепродуктам в 6 раз была зафиксирована в 2006 году на станции 4 (место забора воды), кроме того, максимальные величины загрязнения наблюдались в 2005, 2006, 2010, 2011 годах на ст. 5 (плотина), ст. 3 (пляж) и ст. 2 (рыбное хозяйство) (рис. 1).

Рисунок 1 - **Превышение ПДКр/х по нефтепродуктам в Заинском водохранилище в 2005-2013 гг.**

Исследованиями выявлено, что при концентрации нефтепродуктов 0,1-0,5 мг/л наблюдаются отклонения в развитии икринок с этапа дробления, что проявляется в нарушении синхронности дробления клеток, образовании бластеров различной величины и формы, что ведет к абортивным выклевам с высоким процентом необратимых аномалий формы тела, хорды и пр. у эмбрионов. Таким образом, предельно допустимая концентрация нефтепродуктов в 0,05 мг/л, установленная по органолептическому признаку, токсична для зоопланктона и ранней молоди рыб и нуждается в пересмотре (Аршаница, Перевозников, 2006).

Нефтепродукты относятся к числу загрязняющих веществ, склонных к накоплению в донных отложениях благодаря высокой сорбционной способности входящих в их состав компонентов, особенностям фракционирования при попадании в водный объект, биохимической устойчивости и аккумуляции гидробионтами с последующим разложением на дне водоемов и водотоков (Иванов и др. 2011).

Сульфаты, — распространенные компоненты природных вод**.** Их присутствие в воде обусловлено растворением некоторых минералов — природных сульфатов (гипс), а также переносом с дождями содержащихся в воздухе сульфатов. Последние образуются при реакциях окисления в атмосфере оксида серы (IV) до оксида серы (VI), образования серной кислоты и ее нейтрализации (полной или частичной). Наличие сульфатов в промышленных сточных водах обычно обусловлено технологическими процессами, протекающими с использованием серной кислоты (производство минеральных удобрений, производства химических веществ) (Гидрохимия…, 1971).

Естественным путем сульфаты в незначительных концентрациях накапливаются в водоеме в процессе отмирания организмов и окисления наземных и водных веществ растительного и животного происхождения (рис. 2).

Превышение ПДКр/х по сульфатам наблюдается на всех станциях, во все исследуемые периоды. Превышение в 2 раза зафиксировано на ст. 1 (верховье) в 2010 году.

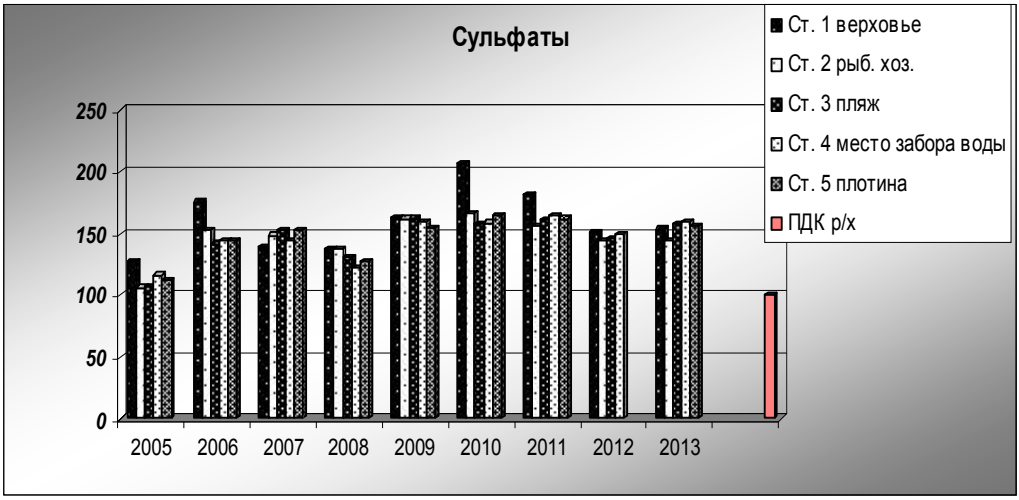


Рисунок 2 - **Превышение ПДКр/х по сульфатам в Заинском водохранилище в 2005-2013 гг.**

Магний - потенциально опасный элемент (3 класс опасности), являющийся источником возникновения местных чрезвычайных ситуаций.

Воды р. Ст. Зай и Заинского водохранилища отличает «высокая» минерализация (более 1000 мг/л). По величине жесткости их следует отнести к категории «очень жесткие» (9 и более ммоль/л).

Жесткость воды обусловлена присутствием растворимых и малорастворимых солей-минералов, главным образом кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}). Избыток кальция и магния приводит к образованию и частичному осаждению труднорастворимых карбонатов.

Величина жесткости воды может варьировать в широких пределах в зависимости от типа пород и почв, слагающих бассейн водосбора, а также от сезона года, погодных условий.

По магнию превышение достаточно заметное также на всех станциях (рис. 3). Однако превышения концентраций по кальцию обнаружено не было (Гидрохимия…, 1971).

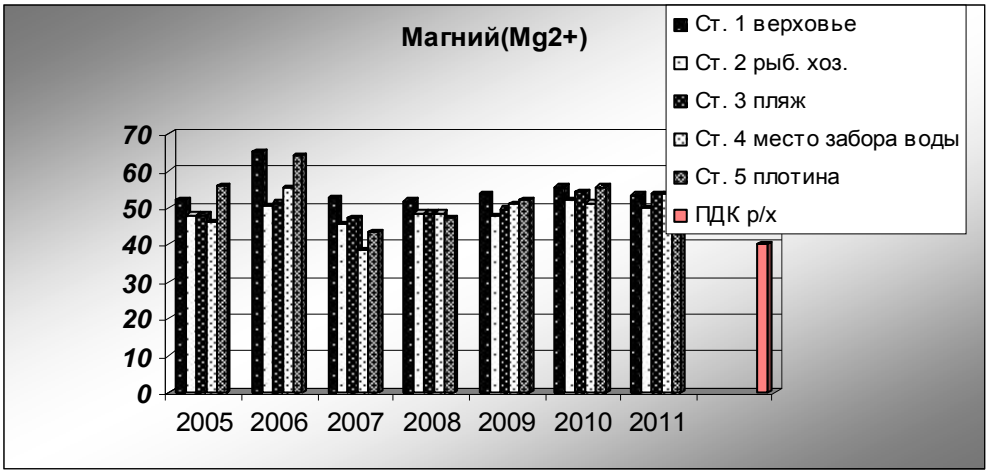


Рисунок 3 - **Превышение ПДКр/х по магнию в Заинском водохранилище в 2005-2011 гг.**

Медь - потенциально опасный элемент (3 класс опасности), являющийся источником возникновения местных чрезвычайных ситуаций.

Тяжелые металлы, попадая в воду, могут существовать в виде растворимых токсичных солей и комплексных соединений (иногда очень устойчивых), коллоидных частиц, осадков (свободных металлов, оксидов, гидроксидов и др.). Главными источниками загрязнения воды тяжелыми металлами являются гальванические производства, предприятия горнорудной, черной и цветной металлургии, машиностроительные заводы и др. Тяжелые металлы в водоеме вызывают целый ряд негативных последствий: попадая в пищевые цепи и нарушая элементный состав биологических тканей, они оказывают тем самым прямое или косвенное токсическое воздействие на водные организмы.

По распространению в водоемах и наносимому ущербу водным организмам соли меди могут рассматриваться как одни из наиболее показательных в этом отношении. Они поступают в водоемы со сточными водами в очень большом количестве, из атмосферы и с осадками и путем смыва с сельскохозяйственных территорий. Соли меди применяются в рыбоводстве для борьбы с эктопаразитами рыб и для регулирования численности водорослей (Аршаница, Перевозников, 2006).

Средний показатель меди на станциях, расположенных ниже по течению от рыбного хозяйства, превышен в 4 раза (рис. 4). Возможно, это связано с ветровым волнением.

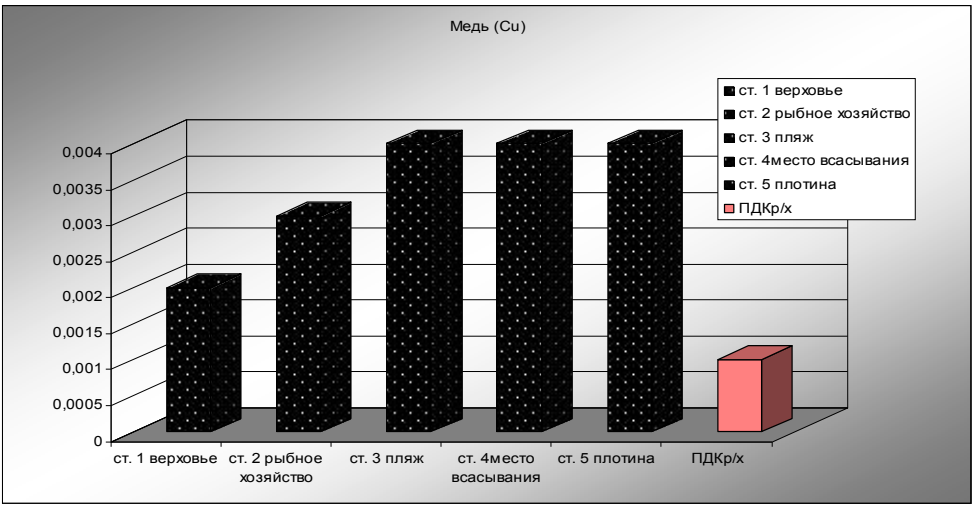


Рисунок 4 - **Средние показатели ПДКр/х по меди в Заинском водохранилище с 2005 по 2011 гг.**

Наряду с прямым токсическим действием на организмы, тяжелые металлы способствуют возникновению опасных отдаленных биологических последствий (мутагенное, эмбриотоксическое, гонадотоксическое и др.). При биологической трансформации тяжелых металлов образуются генетически опасные метаболиты: тяжелые металлы вступают в непосредственную связь с наследственным материалом ДНК и вызывают его повреждение (Аршаница, Перевозников, 2006).

Содержание меди в донных осадках Заинского водохранилища практически повсеместно превышает региональный геохимический фон. При этом наибольшее ее содержание отмечено в отложениях в районе рыбхоза (до 300 мг/кг), где грунты богаты органическим веществом. Если подходить с формальных позиций, то превышения над фоном на данном участке довольно существенны. На остальной акватории концентрация Cu в осадках не превышала удвоенного фонового содержания (Иванов и др. 2011).

Железо - потенциально опасный элемент (4 класс опасности), являющийся источником возникновения местных чрезвычайных ситуаций.

Концентрация железа в воде тесно коррелирует с содержанием в ней углекислоты. В кислой среде растворимость соединений железа увеличивается, в щелочной - уменьшается

Соединения железа, являясь важными биогенными веществами, присутствуют в водоёмах в течение всего вегетационного периода (Аршаница, Перевозников, 2006).

В процессе взаимодействия с содержащимися в природных водах минеральными и органическими веществами образуется сложный комплекс

соединений железа, находящихся в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состоянии.

Значительные количества железа поступают с подземным стоком и со сточными водами предприятий металлургической, металлообрабатывающей, текстильной, лакокрасочной промышленности и с сельскохозяйственными стоками. Концентрация железа подвержена заметным сезонным колебаниям.

Средняя концентрация железа незначительно превышена на всех станциях исследования Заинского водохранилища (рис. 5).

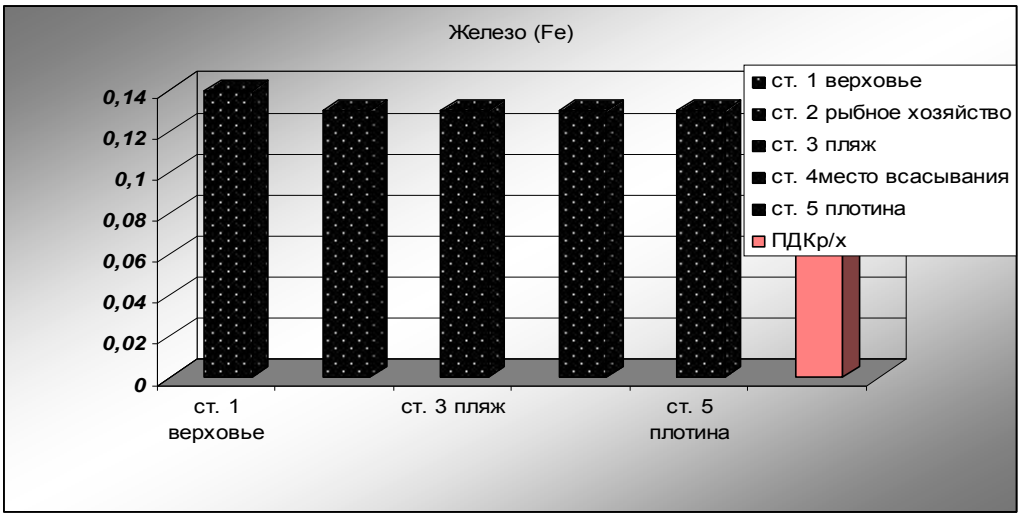


Рисунок 5. **Средние показатели ПДКр/х по железу в Заинском водохранилище с 2005 по 2011 гг.**

По содержанию загрязняющих веществ (нефтепродукты и тяжелые металлы) донные отложения Заинского водохранилища в целом можно оценить как «слабозагрязненные» (Иванов и др. 2011).

Кислородный режим. Степень насыщения воды водохранилища кислородом в среднем выше на 12%. Обогащение воды происходит благодаря интенсивной циркуляции насыщенных кислородом сбросных вод. Теплообменные воды и метеорологические условия определяют колебания концентраций кислорода по акватории водоема. В водохранилище хорошо прослеживается сезонная динамика кислородного режима.

Максимальные концентрации (15 мг/л) наблюдались в зимний период в районе свободном ото льда. В летний период, с наступлением высоких температур, растворимость кислорода уменьшается, и количество его в целом падает. Насыщение воды кислородом происходит за счет фотосинтеза.

Эффективная циркуляция воды, отсутствие ледяного покрова в основной части водоема и относительно низкие температуры в зимний период обуславливают высокое насыщение кислородом. Улучшение кислородного режима в результате поступления подогретых вод отмечалось многими авторами для ряда водоемов-охладителей ГРЭС.

Солевой режим. В формировании ионного состава воды Заинского водохранилища основная роль принадлежит р. Степной Зай, а количественные изменения в них происходят под влиянием сбросных теплых вод ГРЭС. Солевой режим реки имеет повышенный минерализованный состав. Одновременно происходит количественное уравнивание основных показателей солевого состава водохранилища с таковыми исходной воды. Однако независимо от претерпевающих изменений преобладающим ионом всегда остается анион хлора (Cl'). По классификации О.А. Алекина (1970) Заинское водохранилище относится к классу хлоридных вод.

Так, если в 1950-е годы содержание ионов Cl' в р.Ст. Зай не превышало 12 мг/л, то в последние четыре десятилетия оно не опускалось ниже 250 мг/л, а в начале 1980-х годов доходило до 500-700 мг/л. С 2002 по 2013 гг. колебания содержания хлоридов в водах водохранилища носили сезонный характер и сохранялись на уровне 200-300 мг/л (ниже ПДКр/х).

Биогены. Содержание минеральных форм азота в водоеме находилось в повышенных концентрациях. В соотношении неорганических соединений азота преобладающее место занимают ионы азотной кислоты – нитраты (NO3'). Нитриты (NO2'), являясь менее стойкими промежуточными продуктами распада белковых веществ, имели наименьшие величины. Тем не менее, содержание нитритов в Заинском водохранилище довольно большое.

Растворенный кислород. Кислород постоянно присутствует в растворенном виде в поверхностных водах. Содержание растворенного кислорода (РК) в воде характеризует кислородный режим водоема и имеет важнейшее значение для оценки экологического и санитарного состояния водоема. Кислород должен содержаться в воде в достаточном количестве, обеспечивая условия для дыхания гидробионтов, а также для самоочищения водоемов, т. к. участвует в процессах окисления органических и других примесей и разложения отмерших организмов. Поступление кислорода в водоем происходит путем растворения его при контакте с воздухом (абсорбции), а также в результате фотосинтеза водными растениями", т.е. в результате физико-химических и биохимических процессов. Кислород также поступает в водные объекты с дождевыми и снеговыми водами. Содержание РК зависит от температуры, атмосферного давления, степени турбулизации воды, количества осадков, минерализации воды др. Уменьшение концентрации РК до 2 мг/л вызывает массовую гибель рыб и других гидробионтов.

В воде водоемов в любой период года до 12 часов дня концентрация РК должна быть не менее 4 мг/л. ПДК растворенного в воде кислорода для рыбохозяйственных водоемов установлена в 6 мг/л (для ценных пород рыб) и 4 мг/л (для остальных пород). В Заинском водохранилище средняя концентрация растворенного кислорода достаточно высока (рис. 6).

Рисунок 6. **Средние показатели ПДКр/х по растворенному кислороду в Заинском водохранилище с 2005 по 2011 гг.**

Донные отложения в Заинском водохранилище являются накопителями загрязняющих веществ (органики, нефтепродуктов и тяжелых металлов). Учитывая высокое содержание органических веществ, нефтепродуктов и тяжелых металлов в донных отложениях Заинского водохранилища, необходим систематический их контроль и не только в донных отложениях, но и в почве на территории, прилегающей к водоёму.

Таким образом, химический состав воды Заинского водохранилища и донные отложения свидетельствуют о необходимости систематического их контроля и продолжения исследований экологического состояния водоёма.

Литература

Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. - 404 с.

Аршаница Н.М., Перевозников М.А. Токсикозы рыб с основами патологии. С.-П., 2006.

Гидрохимия и гидробиология водоемов-охладителей тепловых электростанций СССР. Киев, 1971.

Государственный контракт №16-ФБ от 07.08.2013 г. «Разработка правил использования Заинского водохранилища» Шифр П 13-79. Этап 1 «Сбор исходных данных». ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», г. Санкт-Петербург, 2013 г.

Государственный контракт №16-ФБ от 07.08.2013 г. «Разработка правил использования Заинского водохранилища» Шифр П 13-79. Этап 4 «Разработка проекта ПИВР». ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева», г. Санкт-Петербург, 2013 г.

Иванов Д.В., Шагидуллин Р.Р., Зиганшин И.И., Осмелкин Е.В. Донные отложения Заинского водохранилища. Ученые записки казанского университета. Т 153, кн. 1, Казань, 2011, С. 190-202.

Киткина Ж.В. Экологическая ситуация и процессы самоочищения в Заинском водохранилище Республики Татарстан// Материалы III межвузовской студенческой научно-практической конференции. Экологическая политика: проблемы и перспективы. Пермь, 2015, С. 110-113.

ABSTRACT. The reservoir is designed to cool the circulating water and service water supply Zainsk GRES. All discharged water passing through the industrial wastewater treatment plant of the enterprise, coming into the river Steppe Zai exceeding PDKr/x for some indicators. The chemical composition of the water reservoir Zainsky and sediments indicate the need for a systematic their control.

ВЛИЯНИЕ 2-АМИНОЭТАНСУЛЬФОНОВОЙ КИСЛОТЫ (ТАУРИНА) НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ НАТИВНОЙ СПЕРМЫ РЫБ ВОВРЕМЯ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ ПРИ НИЗКИХ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ И ВОЗМОЖНОСТЬ ЕЁ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АКВАКУЛЬТУРЕ И ДЛЯ КРИОКОНСЕРВАЦИИ

К.В. Ковалёв, Н.Д. Пронина, О.Б. Докина, В.А. Миленко, В.И. Ананьев, Н.А.Ефимова

Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства (ВНИИПРХ), VNIPRH@mail.ru

Введение

В настоящее время в рыбоводной практике, при искусственном воспроизводстве различных видов рыб, криоконсервации половых продуктов рыб всё острее встаёт вопрос разработки простых и надёжных способов длительного сохранения фертильности нативной спермы.

Длительность сохранения жизнеспособности сперматозоидов, при строгом соблюдении условий получения спермы, в большой степени зависит от температуры хранения. По литературным данным известно, что качественная сперма осетровых видов рыб не теряет своей оплодотворяющей способности до нескольких суток при выдерживании на льду (Гинзбург и др., 1955). На практике же мы сталкиваемся с тем, что сохранить способность спермиев к оплодотворению даже на сутки только путём охлаждения до 1–4 °С не всегда бывает достаточным. Скорее всего это связано с начальным качеством нативной спермы, с условиями содержания производителей и с экологией в целом.

Ведется поиск веществ, обладающих протективным влиянием на сперматозоиды в условиях низких положительных температур, позволяющих поддерживать энергетические запасы сперматозоидов при передержке и транспортировке и как следствие повышению их оплодотворяющей способности, а также пригодности к криоконсервации.

К числу природных антиоксидантов, ограничивающих активность процессов свободнорадикального окисления, относятся токоферолы, каротиноиды, витамины А, К, убихиноны (коэнзим Q), убихроменолы (QC), флавоноиды, аминокислоты (Свободные радикалы в биологии, 1979).

Среди названных веществ, функционирующих в качестве антиоксидантов, сульфоаминокислота таурин играет особую роль в механизмах сезонной адаптации рыб к околонулевым температурам, перед началом зимовки накапливаясь в большом количестве в крови и органах (Каранова, 2009; Каранова, 2011).

Известно, что выполняя многочисленные физиологические функции в тканях, таурин успешно их модулирует при самых разнообразных условиях и патофизиологических состояниях (Bidri, Choay, 2003; Schaffer et al., 2003). Помимо антиоксидантного воздействия, которое проявляется в уменьшении интенсивности процессов перекисного окисления липидов (Hansen et al., 2006), таурин участвует в защите мембран от структурно-функциональной дестабилизации, вызванной низкими температурами; посредством торможения активности каспаз таурин подавляет процессы апоптоза (Baust et al., 2000; Paasch et al., 2004; Grunewald et al., 2005). Так, например, показано, что таурин, также как и гипотаурин, эпинефрин и альбумин, способны подавлять перекисное окисление липидов при замораживании-оттаивании сперматозоидов кролика (Alvarez, Storey, 1983).

Положительный эффект при замораживании спермиев осетровых рыб наблюдался при введении низких концентрациях таурина в криозащитную среду; напротив при высоких концентрациях имело место ухудшение качества дефростированных спермиев, что объясняется скорее антиоксидантными свойствами таурина, а не криопротективными (Цветкова Л.И. и др., 2012).

Можем предположить, что свойства таурина выполнять функцию мембранного протектора, участвуя в защите мембран от структурно-функциональной дестабилизации, ингибировать апоптоз, поддерживать гомеостаз Ca^{2+} или функционировать в качестве антиоксиданта против полиненасыщенных жирных кислот проявятся при низких положительных температурах.

В сперме рыб содержится большое количество связанных и свободных аминокислот. По различным данным качественный состав аминокислот спермы рыб остаётся постоянным, а количественный изменяется в зависимости от сезона, возраста производителей, экологии и в особо значительной степени от качества кормления. Уменьшение количественного содержания аминокислот, приводит к снижению воспроизводительной способности, а также, предположительно, к снижению криоустойчивости спермиев или полной непереносимости процедуры криоконсервации.

Задачей наших исследовний является определение влияния различных концентраций таурина, введенного в нативную сперму различными способами в условиях низких положительных температур на длительность сохранения фертильности сперматозоидов и результаты дальнейшего использования.

Материалы и методы

Объектами исследований были половые продукты осетровых рыб, выращенных на Конаковском заводе товарного осетроводства (КЗТО) и карпов племенного участка «Якоть» ФГБНУ «ВНИИПРХ».

Получение половых продуктов, инкубацию икры проводили в соответствии с действующими нормативами для каждого вида рыб. Замораживание спермы осуществлялось в соответствии с «Технологией криоконсервации и хранения в низкотемпературном банке спермы рыб» (Цветкова Л.И. и др., 2001).

Для выявления возможного протективного, антиоксидантного и мембранно-модифицирующего действия таурина на фертильность сперматозоидов при длительном хранении в условиях низких положительных температур, опытные образцы спермы через различные интервалы времени (от 30 мин до 3 суток) оценивали по подвижности (активности), оплодотворяющей способности и пригодности к заморозке. Процент подвижных сперматозоидов оценивали визуально под микроскопом при увеличении 300-400 раз. Оплодотворение икры опытными образцами спермы проводили в лабораторных условиях на чашках Петри в трехкратной повторности. Контролем при оплодотворении служила нативная сперма без добавок.

Препарат таурин вводили в нативную сперму в концентрациях от 0,01, 0,05 и 0,1 ммоль/мл сразу после получения. Были опробованы два способа введения таурина в нативную сперму: 1 (сухой способ) - добавление порошка таурина непосредственно в нативную сперму и 2 (мокрый способ) – добавление растворённого таурина в физрастворе в нативную сперму. Готовился маточный раствор таурина с физраствором концентрацией таурина 0,2 ммоль/мл. Данный раствор добавлялся в расчётных количествах в нативную сперму до получения искомых концентраций. Контролем в опытах являлась нативная сперма без таурина.

Перевозку спермы осуществляли в термосумке со льдом, передержку в бытовом холодильнике при температуре 4-5 °С.

Результаты исследований

Началом исследований был опыт, поставленный на смеси спермы 3-х самцов ленского осетра (*A.baeri*). Таурин добавляли в нативную сперму сразу после получения в количестве 0,05 и 0,1 ммоль/мл сухим и мокрым способом, затем 2 часа транспортировали в термосумке. Влияние протективного действия таурина оценивали по подвижности через 2, 4 и 24 часа хранения (рис. 1), оплодотворяющей способности и пригодности к замораживанию через 4 часа хранения (рис. 2).

Мокрый способ введения таурина оказался более эффективным, а добавление 0,1 ммоль/мл таурина данным способом повышало активность спермиев на 20% (рис. 1). Через сутки сперма как в опытных так и контрольном образцах была не пригодна для продолжения эксперимента, хотя следует отметить, что образцы с таурином имели единичную подвижность, в контрольном же образце сперма не активировалась.

Оплодотворяющая способность всех образцов нативной спермы с таурином через 4 часа хранения была выше контрольного от 0,4 до 19,4%. Наиболее эффективным оказалось введение в сперму 0,05 моль/л таурина как сухим, так и мокрым способом. Оплодотворяющая способность опытного образца, содержащего 0,05 ммоль/мл таурина введённого мокрым способом, после криоконсервации также превышала контрольную на 12,7% (рис. 2).

Рисунок 1 - **Влияние таурина на активность спермиев ленского осетра (*A.baeri*) при хранении**

Здесь и далее: К – контроль, нативная сперма без таурина, с – сухой способ введения, м – мокрый способ введения

Рисунок 2. **Влияние таурина на оплодотворяющую способность спермиев ленского осетра (*A.baeri*) в через 4 часа хранения и последующей криоконсервации**

Во втором опыте использовали сперму 5 самцов ленского осетра (*A.baeri*), с подвижностью нативных спермиев от 70 до 100%. Влияние таурина на активность спермиев оценивали на смеси спермы 5 самцов, дополнительно влияние таурина оценивали индивидуально на каждом самце. Таурин вводили в смесь спермы двумя способами в сухом и растворённом виде в двух концентрациях 0,05 и 0,1 ммоль/мл, в индивидуальные пробы спермы - сухим способом в количестве 0,05 ммоль/мл (табл. 2).

Таблица 1 – **Влияние тауринана фертильность спермиев ленского осетра (*A.baeri*) при хранении**

№ опыта	Концентрация таурина в сперме, ммоль/мл	Подвижность нативной спермы после хранения, %			Оплодотворяющая способность нативной спермы через 4 ч хранения. %
		4 ч	24 ч	48 ч	
К	-	100	10	0	60,5
1	0,05	80	20	0	63,4
2	0,1	90	20	0	62,1
1*	0,05	90	20	0	75,7
2*	0,1	50	20	ед.	62,2

1*, 2*- мокрый способ введения

При наблюдении за подвижностью сперматозоидов на смеси спермы в течение трёх суток было установлено, что впервые часы добавление таурина в сперму приводило к незначительному снижению активности клеток. Через 24 часа хранения подвижность спермиев в всех опытных образцах с таурином была примерно в 2 раза выше контрольного.

Активность спермиев в индивидуальных образцах была значительно выше чем в смеси спермы и на третьи сутки в некоторых образцах составляла 70-80%, в то время как сперматозоиды в смеси спермы уже не двигались (рис. 3)

Оплодотворяющая способность в первый день хранения, через 2 часа эквилибрации при низкой положительной температуре опытных и контрольного образцов как в смеси спермы, так и в индивидуальных пробах не имела достоверных различий и составляла около 60 %. Исключение составил опытный образец с содержанием 0,05 моль/л таурина введённого в сперму мокрым способом, оплодотворяющая способность которого составила 75,7%.

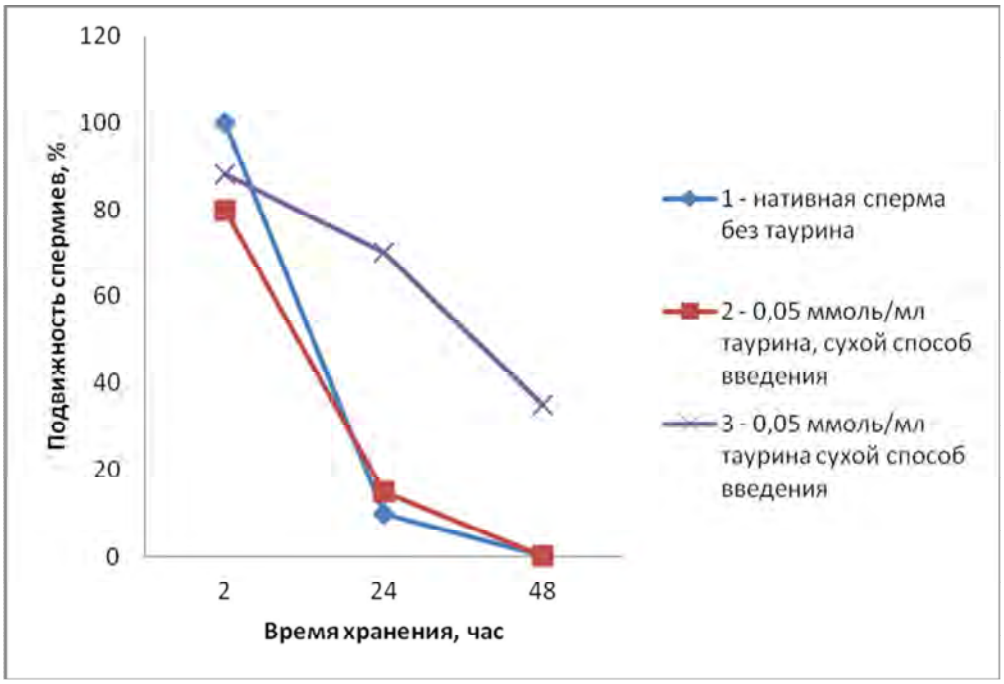


Рисунок 3 - **Влияние таурина на активность спермиев ленского осетра (*A.baeri*) при хранении**

1, 2 – опыт проведён на смеси спермы 5 самцов ленского осетра;
3 – опыт проведён индивидуально на 5 самцах ленского осетра

Далее исследования проводили на сперме одноного самца ленского осетра. Была испытана дополнительная концентрация таурина 0,01 ммоль/мл. Оплодотворяющая способность опытных образцов по сравнению с контролем через 1 час хранения в холодильнике имеет тенденцию к снижению, а уже через 2 часа хранения наблюдается обратная зависимость (табл. 2). Сперма, содержащая таурин в количестве 0,01 ммоль/мл через 2 часа хранения оказалась более пригодной к замораживанию, чем контрольная.

Изучение влияния таурина на длительность сохранения фертильности нативных спермиев было продолжено на сперме московского чешуйчатого карпа (*Cyprinus carpio*). В опыте использовалось смесь спермы от 4 самцов с подвижностью 100%. Добавки вносили в нативную сперму сразу после получения в одинаковых концентрациях 0,05 и 0,1 ммоль/мл сухим и мокрым способами введения (табл. 3). Наблюдение за подвижность спермиев в опыте проводилось в течении 4 суток. Через 2 часа эквилибрации с добавками часть опытных образцов спермы была использована для осеменения икры и часть заморожена. Повторное осеменение новой порции икры проводили спустя 2 суток хранения опытных

образцов в бытовом холодильнике. Введение таурина в нативную сперму оказывало положительное влияние по подвижность спермиев и сильнее проявлялось с продолжительностью хранения (табл. 3). Даже непродолжительная, в течение 2 часов, эквилибрация с таурином перед замораживанием положительно влияет на криоустойчивость спермиев. Оплодотворяющая способность опытных и контрольного образцов после 2-х часов хранения отличается в пределах ошибки опыта. Низкие результаты оплодотворения объясняются качеством икры используемой в опыте. Через 48 часов хранения опытных образцов их воспроизводящая способность составляет от 91,4 до 97,7 %, при низкой оплодотворяющей способности контрольного образца – 7,9% (табл.4).

Таблица 2 – **Влияние таурина на оплодотворяющую способность спермиев ленского осетра (*A.baeri*) при хранении и замораживании**

№ опыта	Концентрация таурина в нативной сперме, ммоль/ мл	Оплодотворяющая способность спермиев после хранения, %		
		1 час	2 часа	2 часа хранения и замораживания
К	-	31,8	38,4	8,5
1	0,05	30,4	34,3	10,8
2	0,01	39,2	57,7	48,4
3	0,1	24,4	36,9	0
1*	0,05	36,6	45,0	5,3
2*	0,01	28,9	31,1	31,4
3*	0,1	18,4	43,3	0

1*, 2*, 3* - мокрый способ введения

Таблица 3 – **Влияние таурина на подвижность спермиев московского чешуйчатого карпа (*Cyprinus carpio*) при хранении и замораживании**

№ опыта	Концентрация таурина в нативной сперме. ммоль/мл	Подвижность спермиев после хранения, %				
		в нативной сперме				в размороженной сперме
		2 ч	24 ч	48 ч	96 ч	заморожено через 2 ч хранения
К	-	100	100	ед.	0	0
1	0,05	100	100	10	0	0
2	0,1	80	100	90	ед.	30
1*	0,05	100	80	70	0	20
2*	0,1	60	30	ед.	0	0

1*, 2*, 3* - мокрый способ введения

Таблица 4 – **Влияние таурина на оплодотворяющую способность спермиев московского чешуйчатого карпа (*Cyprinus carpio*) при хранении и замораживании**

№ опыта	Концентрация таурина в нативной сперме, ммоль/ мл	Оплодотворяющая способность спермиев после хранения, %		
		2 ч	48 ч*	2 часа хранения и замораживания*
К	-	35,3	7,9	0
1	0,05	40,4	97,7	34,4
2	0,1	29,1	94,0	51,9
1*	0,05	25,9	91,4	69,9
2*	0,1	31,3	93,8	49,9

*- в опыте использовалась одна и та же икра

Выводы

1. Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что введение таурина в количестве 0,05 – 0,1 моль/л как сухим так и мокрым способом можно рекомендовать в качестве способа длительного сохранения жизнеспособности нативных спермиев осетровых и карповых рыб.

2. Если сперма хранится для последующего криоконсервирования, то содержание таурина в количестве 0,01 ммоль/мл является оптимальным для осетровых рыб, и 0,05 ммоль/мл – для карповых.

3. Введение таурина в количестве 0,01 ммоль/мл в нативную сперму осетровых рыб может быть рекомендовано не только при передержке и транспортировке спермы, но и как предконсервационная обработка, т.е. для улучшения протективных свойств сперматозоидов рыб.

4. Проведённые эксперименты позволяют сделать вывод, что нативная сперма осетровых рыб с добавлением 0,05 ммоль/мл таурина лучше сохраняет свои биологические свойства в индивидуальных образцах, чем в смеси спермы тех же образцов.

5. Введение таурина в нативную сперму карпа сохраняет её фертильность в течение 2-х суток на уровне свежеполученной.

Заключение

Полученные данные имеют важное практическое значение, так как обычно менее дорого транспортировать собранную сперму из удалённых регионов и хозяйств, чем вести оборудование и все необходимые материалы для криоконсервации к месту сбора. Кроме того, контроль за качеством спермы перед консервацией также более удобен в оборудованной лаборатории.

Сохранения спермы рыб в условиях низких положительных температур с использованием таурина может быть рекомендовано в аквакультуре

при транспортировке половых продуктов для воспроизводства рыб, проведения селекционных работ, гибридизации.

Особую актуальность исследования по предконсервационной обработке спермы рыб приобретают при криоконсервации природных объектов, условия роста, развития и созревания которых мало неизвестны и для объектов аквакультуры, содержащихся с нарушениями технологии выращивания.

Так как экспресс тестов определения физиологического и биохимического качества спермы рыб и определения критериев пригодности для воспроизводства и криоконсервации не существует, концентрация таурина для введения в нативную сперму различных видов рыб с целью продления жизнеспособности сперматозоидов может сильно варьировать.

Литература

Гинзбург А.С. и др.. 1955. Развитие зародышей осетровых рыб.- М.: Издательство академии наук СССР. – С. 87.

Каранова М.В. 2009. Состав свободных аминокислот крови и мышц ротана *Perccottusglehni* в период подготовки и завершения гибернации // Ж. Эвол. Биох. Физиол. Т. 45. № 1. С. 59–67.

Каранова М.В. 2011.Влияние острого холодового шока на пулы свободных аминокислот прудовой рыбы ротана*Perccottusglehni* (Eleotridae, Perciformes) // Изв. РАН, серия биологич. № 2. С. 1–9.

Цветкова Л.И., Докина О.Б., Пронина Н.Д., Миленко В.А. Технология криоконсервации и хранения в низкотемпературном банке спермы рыб // Сб. науч.-технол. и метод. документации по аквакультуре. – М.: Изд-во ВНИРО, 2001. – С. 152-158.

Цветкова Л.И., Пронина Н.Д., Докина О.Б., Андреев А.А., Каранова М.В. Влияние 2-аминоэтансульфоновой кислоты (таурина) на жизнеспособность спермиев осетровых (Acipenseridae) рыб после криоконсервации.//Ж. «Рыбное хозяйство», 2012, №4, С. 77-81.

Прайора У. Свободные радикалы в биологии (в 2-х т.). М.: Изд-во. Мир, 1979. Т. 1. с. 318. Т.2. с. 328.

Alvarez,J.G. and B.T. Storey, 1983.Taurine, hypotaurine, epinephrine and albumin inhibit lipid peroxidation in rabbitspermatozoaand protect against loss of motility // Biol. Reprod., V. 29. P 548–555.

Baust, J.M., Van Buskirk, R., Baust, J.G. 2000.Cell viability improves following inhibition of cryopreservation-induced apoptosis // In vitro cellular and developmental biology-animal. V. 36. № 4. P 262–270.

Bidri M, Choay P. 2003. Taurine: a particular aminoacid with multiple functions // Ann. Pharm. Fr. V. 61. № 6.P. 385–391.

Grunewald S., Paasch U., Said T.M., Sharma R.K., Glander H.J., Agarwal A. 2005. Caspase activation in humanspermatozoain response to physiologicalandpathological stimuli.Fertil.Steril.V. 83 (Suppl 1). P. 1106-1112.

Hansen S.H., Andersen M.L., Birkedal H., Cornett C., Wibrand F. 2006. The important role of taurine in oxidative metabolism // Adv. Exp. Med. Biol. V. 583. P. 129 – 135.

Paasch U., Sharma R.K., Gupta A.K., Grunewald S., Mascha E.J., Thomas A.J., et al. 2004. Cryopreservation and thawing is associated with varying extent of activation of apoptotic machinery in subsets of ejaculated human spermatozoa// Biol. Reprod. V. 71. P. 1828-1837.

Schaffer S., Azuma J., Takahashi K., Mozaffari M. 2003. Why is taurinecytoprotective? // Adv. Exp. Med. Biol. V. 526. P. 307–321.

ABSTRACT. The taurine, included into native sperm at the levels 0.05-0.1 mmol/ml by both dry and wet methods, prolongs spermatozoa viability of sturgeon and carp fishes. The taurine addition into native sperm of carp preserves its fertility for twenty four hours at the level of the fresh one. During sperm keeping for the following cryopreservation, the taurine concentration in the sturgeons, native sperm seems to be at 0.01 mmol/ml and in that of carps, one at 0.05 mmol/ml.

УСЛОВИЯ НАГУЛА И ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ГОДОВИКОВ ВОБЛЫ В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ В ПЕРИОД 2011-2015 гг.

Е.В. Козырева
Каспийский научно–исследовательский институт рыбного хозяйства (КаспНИРХ), Астрахань, kaspiy@astranet.ru

В ихтиофауне Северного Каспия подрастающая молодь (годовики) воблы является более жизнестойкой по сравнению с сеголетками. Обеспеченность их пищей рассматривается как один из существенных моментов, определяющих численность этого вида.

Задача исследований состояла в том, чтобы выявить особенности питания годовиков воблы на местах нагула в многолетнем аспекте (2011-2015 гг.). Цель работы - установить доминантные кормовые организмы, вычислить общие индексы наполнения кишечников и оценить условия откорма.

Весь материал на трофологический анализ отбирался активными орудиями лова (4,5 м тралом) и фиксировался 10% формалином. Обработка материала проводилась в лабораторных условиях по общепринятой методике (Методическое пособие…, 1974). Содержимое кишечника каждой вскрытой рыбы позволило определить фактический вес пищевого комка и общие индексы наполнения кишечника. Всего обработано и проанализировано 1162 экз. годовиков воблы.

Основу рациона годовиков воблы в течение всего исследуемого периода составляла традиционная высококалорийная животная пища (ракообразные, моллюски, черви и хирономиды, а также прочие компоненты: икра рыб, гидроиды, насекомые, остатки высшей водной растительности, водорослей, растительного детрита и грунта). Ракообразные состояли из представителей отрядов Cumacea, Amphipoda (Gammaridae, Corophiidae), Cirripedia (Balanus improvisus), Mysidacea и Decapoda (Rhithropanopeus harrisii). В составе пищи встречались так же зоопланктонные формы ракообразных в виде ракушковых (Ostracoda), веслоногих (Copepoda) и ветвистоусых (Cladocera) рачков. Черви состояли из многощетинковых полихет семейств Nereidae (Hediste diversicolor) и Ampharetidae, малощетинковых Oligochaeta. Моллюски были представлены слабосолоноватоводным (Dreissena sp., Adacna glabra), солоноватоводным (Adacna polymorpha, Didacna sp., Gastropoda sp.) и морским (Mytilaster lineatus, Abra ovata, Cerastoderma lamarsci) комплексами. Всего насчитывалось 28 компонентов.

Основными кормовыми объектами питания годовиков были ракообразные, из которых в составе пищи преобладали представители отр. Amphipoda (Gammaridae), Cumacea, Ostracoda. Из моллюсков выедались в большей степени представители слабосолоноватоводного (Dreissena sp.) и морского (Mytilaster lineatus) комплексов. Дополняли рацион черви, из которых в течение всех лет

наблюдений преобладала многощетинковая полихета Hediste diversicolor. В составе пищи отмечалось весомое содержание личинок насекомых (хирономиды). На долю некормовых компонентов приходилось 20,6% веса пищи с преобладанием высшей водной растительности. Показатель индекса наполнения кишечника характеризовался оптимальной величиной и в среднем составлял $105^0/_{000}$ (рис. 1).

Рисунок 1 – **Состав пищи годовиков воблы в западной части Северного Каспия летом 2011-2015 гг., % по массе**

Как показали исследования (Шорыгин, 1952), состав пищи и величина индекса наполнения позволяют при изучении питания судить об обеспеченности рыб пищей. Анализ состава пищи годовиков воблы в исследуемые годы показал, что количественное потребление кормовых организмов не отличалось стабильностью. Различный характер питания рыб выражался в преобладании той или иной группы гидробионтов. Ракообразные и черви доминировали в рационе годовиков практически во все исследуемые годы, с максимальным изъятием ракообразных в 2014 г. (39,7%), червей в 2013 г. (33,8%). Исключение составляли 2011 и 2015 гг., когда было отмечено массовое потребление молодью моллюсков (35,5%) и хирономид (22,8%), соответственно. Общие индексы наполнения кишечников молоди за период наблюдения колебались в пределах 69,5 и $167^0/_{000}$. С максимальным показателем в 2011 году (рис. 2).

Состав пищи годовиков воблы зависит от качественной структуры макрозообентоса на местах откорма (Шорыгин, 1952). В период 2011-2015 гг. причиной низкой интенсивности питания годовиков в период нагула в отдельные годы являлся недостаток излюбленных гидробионтов в кормовой базе. Молодь вынужденно переходила на заменяющий, но не менее калорийный корм.

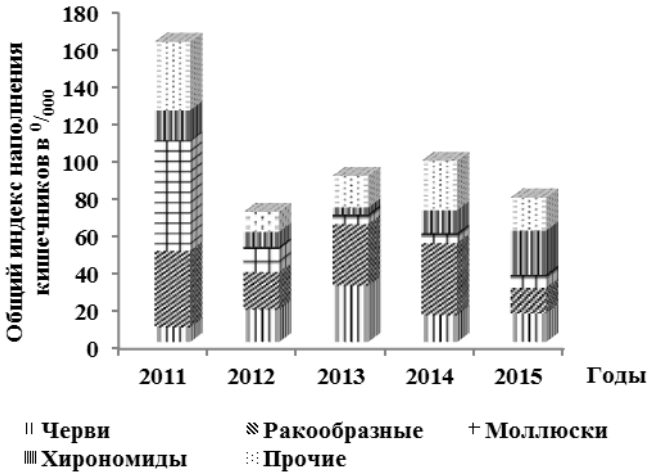
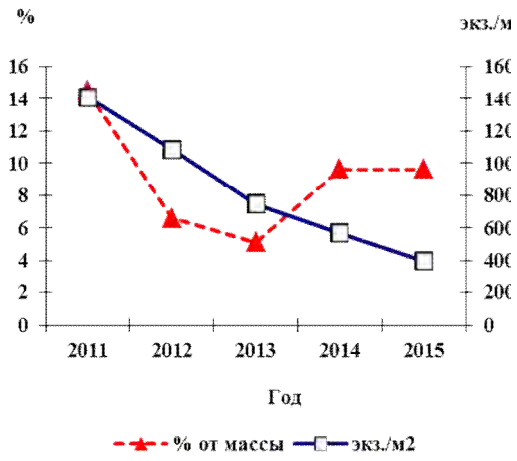
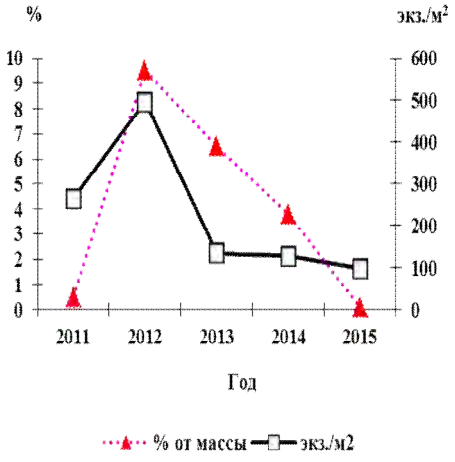


Рисунок 2 - **Питание молоди воблы в западной части Северного Каспия летом в исследуемые годы (2011-2015)**

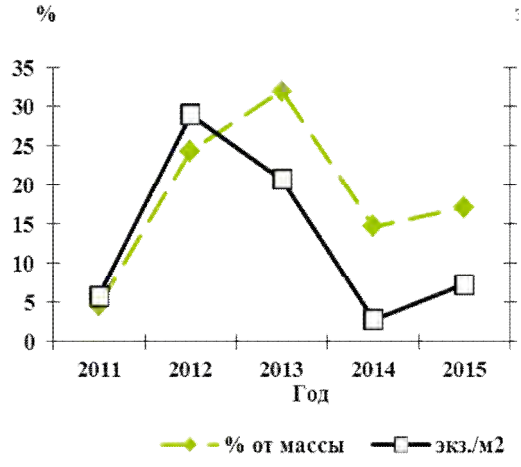
Сопоставив количественное потребление излюбленных кормовых организмов годовиков воблы с их численностью в донной фауне, отмечено, что во время нагула молодь старается придерживаться районов с наибольшей численностью гидробионтов и максимальной их доступностью (Желтёнкова,1951) (рис. 3).



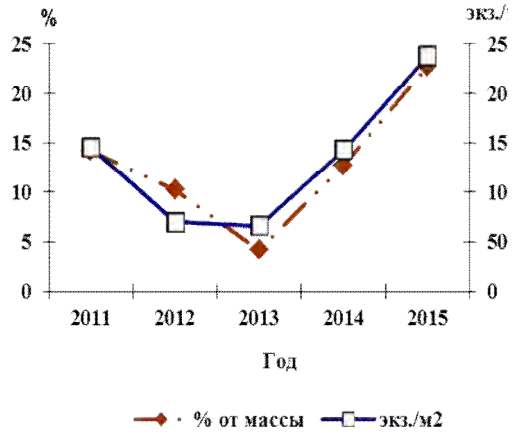
Gammaridae



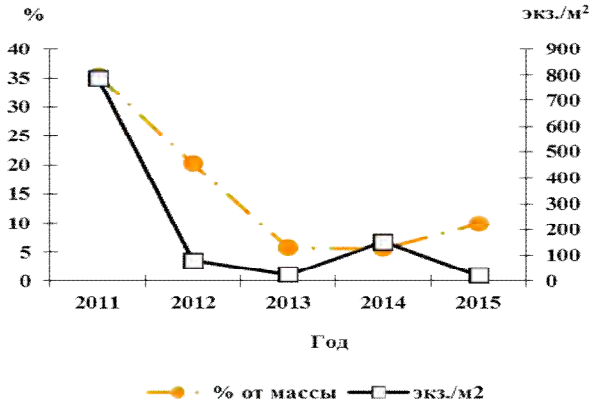
Cumacea



Hediste diversicolor



Chironomidae



Mollusca

Рисунок 3 - **Количественное соотношение потребляемых молодью кормовых организмов (% от массы пищи) с их численностью в донной фауне (экз./м^2) (Богучарова, 2015) в западной части Северного Каспия в исследуемые годы (лето 2011-2015 гг.)**

Интенсивность питания годовиков воблы и их численность на пастбищах западной части Северного Каспия в исследуемые годы не отличалась стабильностью, что указывает о тесной их взаимосвязи (Белоголова, 2013) (рис. 4)

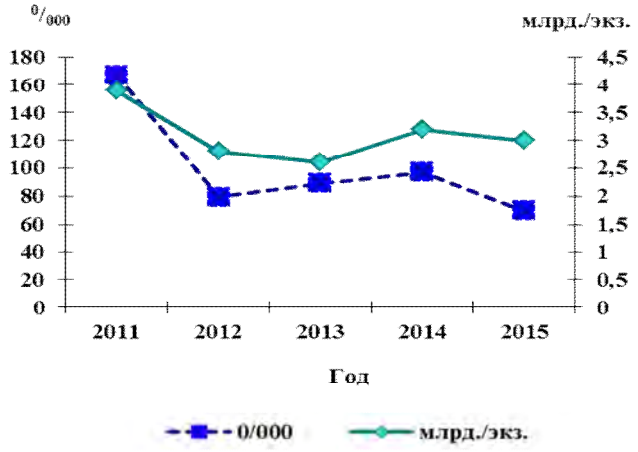


Рисунок 4 - **Соотношение показателя накормленности ($^0/_{000}$) с численностью годовиков воблы (млрд./экз.) в западной части Северного Каспия летом 2011-2015 гг.**

Таким образом, качественная структура питания молоди воблы в течение всех лет наблюдений не претерпела существенных изменений. Нагул проходил на излюбленных высококалорийных животных кормах (ракообразных, моллюсках, червях и хирономидах). Различия отмечались лишь в количественном потреблении, что обусловлено их развитием в донной фауне, численностью едоков и как следствие доступностью на местах откорма. Количественное потребление определяло условия нагула, а именно величину показателя накормленности, которая также не отличалась стабильностью.

Литература

Богучарова И.В. Межгодовые изменения структурных показателей макрозообентоса в зависимости от объёма волжского стока в многолетнем аспекте (1996-2014 гг.). Ростов-на Дону: АзНИРХ, 2015. С.59-67.

Белоголова Л.А., Жукова Ю.Д. Видовой состав, численность и распределение молоди полупроходных рыб в районе объектов обустройства месторождения им. В. Филановского в 2011-2012 гг. Астрахань: Изд-во ФГУП КаспНИРХа, 2013. С. 28-32.

Белоголова Л.А., Жукова Ю.Д., Рублева О.А. Динамика численности и распределение годовиков воблы, леща и судака в Северном Каспии. Астрахань: Изд-во ФГУП КаспНИРХа, 2012. С. 29-32.

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974. С. 253.

Желтёнкова М.В. О пищевой пластичности воблы // Труды ВНИРО. Т. 18. 1951. С. 108.

Желтёнкова М.В. Откорм воблы на морских пастбищах в зависимости от состава донной фауны и ихтиофауны // Труды ВНИРО. Т. 18. 1951. С. 195.

Шорыгин А.А. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря. М.: Пищепромиздат, 1952. С. 267.

ABSTRACT. The material to this article was collected in the western part of the Northern Caspian Sea in summer period of feeding of fish juveniles (yearlings of the Caspian roach) in 2011-2015. The article presents a quantitative structure of the nutrition of roach juveniles during the investigated period of the observation. The changes of indicators of the fullness and the conditions of the feeding of fishes under the quantitative intake of favorite feeding organisms by yearlings of roach and their number have shown that the feeding was on the favorite high-calories animal feed (shellfishes, mollusks, worm and chironomids). The article also shows the intake by fish juveniles of the main bottom hydrobiontes at the places of feeding.

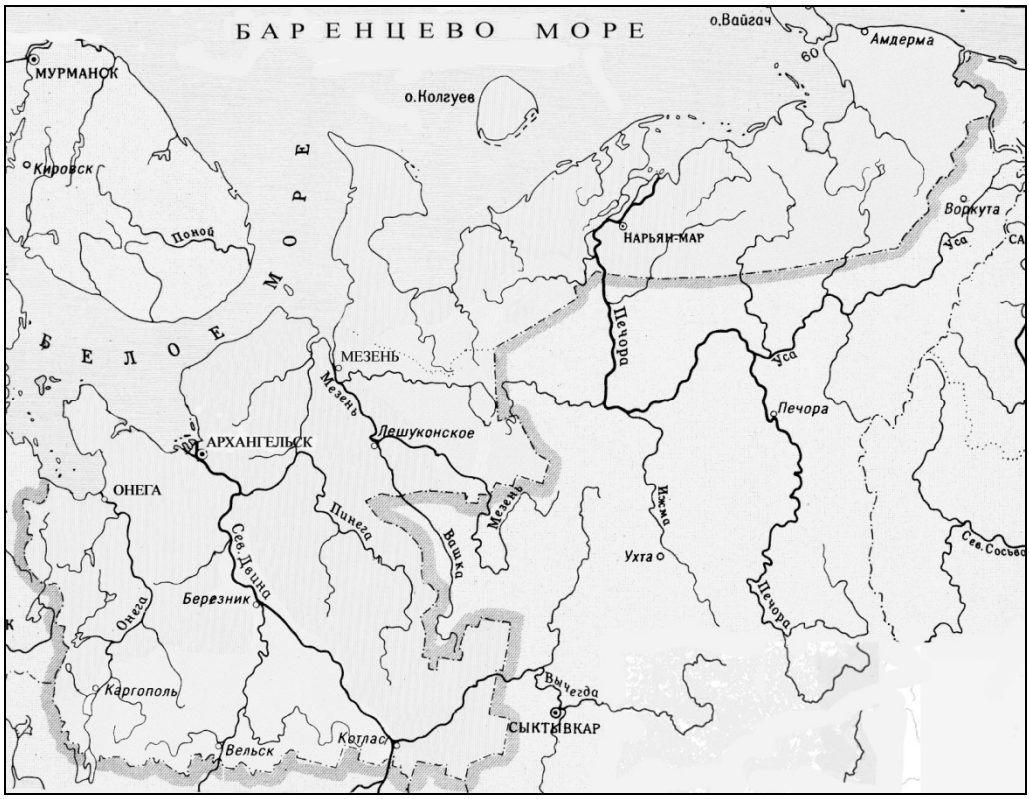
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ СИГА *COREGONUS LAVARETUS* LINNAEUS, 1758 В РЕКАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

А.К. Козьмин
Северный филиал ФГБНУ «ПИНРО», Архангельск, kozmin@pinro.ru

Сиг обыкновенный (*Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758*)* является полиморфным видом со сложной внутривидовой структурой. В отечественной литературе до сих пор весьма популярна концепция «полиморфного вида», тогда как в иностранными авторами активно используется филогенетическая концепция вида (Богуцкая, Насека, 2004). Сиги эволюционно молоды, отличаются морфологической и экологической пластичностью. Основной способ адаптации выражается в изменчивости числа жаберных тычинок, что позволяет им приспосабливаться к разному типу питания (Решетников, 1980). Так традиционно различают мало, средне- и многотычинковых сигов. Первые имеют от 16 до 30 тычинок на первой жаберной дуге и характеризуются преимущественно бентосным питанием. Многотычинковые сиги (40-60 жаберных тычинок) способны отцеживать зоопланктон. Среднетычинковые сиги (30-40 тычинок) имеют смешанный тип питания. Помимо числа жаберных тычинок, сиги проявляют изменчивость в ряде других морфологических признаков, могут вести пресноводный и морской образ жизни, различаются по времени и местам нереста. В водоёмах европейского Северо-Востока России встречается 3 подвида сига. В оз. Кожозеро, Кельдозеро и Мегорских озерах обитает озерный многотычинковый сиг (*Coregonus lavaretus pallasii* [Valenciennes, 1848]), число тычинок на первой жаберной дуге 40-55), в р. Северная Двина и озерах на побережье Двинского залива Белого моря обитает среднетычинковый сиг балтийского происхождения (*Coregonus lavaretus lavaretus* [Linnaeus, 1758]), число тычинок – 25-41), а в бассейнах рек Мезень и Печора и водоёмах Большеземельской тундры широко распространен сибирский сиг – сиг-пыжьян (*Coregonus lavaretus pidschian* [Gmelin, 1788]), число тычинок – 18-27), ареал которого охватывает все моря Северного Ледовитого океана, омывающих Россию. Карта-схема водоёмов европейского Северо-Востока России показана на рисунке.

В бассейне Белого моря самая крупная популяция сига обитает в р. Северная Двина, длина которой – 744 км. Места нереста сига расположены в главных притоках (Пинега, Вага, Емца, Уфтюга) и в р. Вычегда. После нереста сиг скатывается для зимовки и нагула в дельту и на опресненные участки Двинской губы. Максимальный вылов северодвинского сига был достигнут в 50-е годы прошлого века и составил 67 т при среднегодовом значении 40 т (Елсукова, 1981). В последующем уловы неуклонно снижались, и ситуация с запасами резко обострилась после введения в 1986 г. запрета на сетное рыболовство в дельте реки,

что вызвало многократное увеличение любительского рыболовства на удочку. Облавливался преимущественно неполовозрелый маломерный сиг. Из-за оскудения запасов специализированный лов сига не ведется, но до сих пор он попадает в орудия лова в качестве прилова на всех видах промысла. Учтенный годовой вылов колеблется от 2 до 5 т.



Карта-схема водоёмов европейского Северо-Востока России

В бассейне р. Онега (длина 416 км) сиг является ценной промысловой рыбой. В озерных системах, связанных с рекой, обитают небольшие (местные) популяции сига, а на опресненных морских участках и в низовьях реки нагуливается проходной сиг. В 50-е годы прошлого века промышленный вылов онежского сига достигал 12 т, в настоящее время в официальной статистике уловов его нет. Основной причиной депрессивного состояния запасов сига является перелов и нарушение условий естественного воспроизводства на главных нерестилищах в среднем течении реки под влиянием молевого сплава древесины. В оз. Лача и Воже, вследствие сильной эвтрофикации, популяции сига малочисленны,

в последние десять лет в статистике уловов этот вид рыбы отсутствует. В оз. Кожозеро, где рыбный промысел осуществляется не каждый год, состояние запасов сига удовлетворительное, годовой вылов оценивается 3 т.

Река Мезень (длина – 966 км) относится к водным объектам высшей категории, поскольку здесь обитают ценные рыбы: сёмга, нельма, ряпушка и сиг. В 70-е годы прошлого века в мезенском бассейне вместе с озерным рыболовством коммерческий вылов сига составил в среднем 20 т. В последующие годы уловы постепенно снижались, с 2000 г. в статистике этот вид отсутствует. Причиной тому являются плохая организация рыболовства и ухудшение природной среды. В период с 1956 по 1995 г. в нижнем и среднем течении р. Мезень проводились ежегодно дноуглубительные работы с отвалом грунта в русло реки за границу судового хода. Вследствие этого места нагула и зимовки мезенского сига были полностью нарушены, соответственно, произошло и снижение численности популяции.

На европейском Северо-Востоке России главным рыбохозяйственным водоемом является р. Печора (длина – 1809 км), где до сих пор в промысловых количествах сохранились популяции ценных рыб, из которых наиболее многочисленным является сиг. За последние 30 лет численность печорского стада сига заметно снизилась. Чтобы предотвратить неуклонное снижение запасов, необходимо оценить современное состояние популяции и разработать научно-обоснованные рекомендации по стабилизации запасов. Как показал опыт ведения рыбного хозяйства на реках Сибири, сиговые рыбы не выдерживают большой интенсивности промысла (Москаленко, 1971; Крохалевский и др., 2001; Кузнецов,2013). Интенсивное рыболовство, отступления от допустимых норм вылова, с одной стороны, и низкий уровень естественного воспроизводства, с другой стороны, послужили основной причиной оскудения запасов печорского сига. В 1972 г. в бассейне р. Печора была проведена реорганизация рыбного промысла, направленная на снижение вылова сиговых рыб на местах нагула и зимовки. Промышленный лов был разрешен только на рыбоучетном сетном заграждении (перекрытии), где изымалось не более 40-50 % от общей численности нерестовых мигрантов сига. Ежегодный вылов сиговых не превышал 190 т, и, вроде бы, создались реальные условия для восстановления их численности. Однако, вопреки ожиданиям, стабилизации положения с запасами ценных рыб не произошло. В 1989 г. был запрещен промышленный лов сига во время нерестовой миграции. Остановить неуклонное снижение численности промыслового стада сига опять, к сожалению, не удалось. Дело в том, что на смену промышленному лову пришел так называемый ННН-промысел (незаконный, несообщаемый и нерегулируемый), который существенно затрудняет контроль за выловом и, как следствие, получение достоверной информации по рыбодобыче. Раньше, в советское время, регулирование рыболовства осуществлялось временным периодом, местом и орудиями лова, то есть когда, где и каким количеством сетей, неводов можно осуществлять лов. Как результат – объем выловленной рыбы был ограничен. Сейчас это регулируется квотами, что приводит к массовому

браконьерству. Освоив квоту, рыбаки обязаны прекратить лов или скрывать реальный вылов. В настоящее время учтенный вылов печорского сига составляет в среднем 40 т, а по факту промысловики и рыболовы-любители добывают в 2-3 раза больше.

В 1998 г. в дельте р. Печора создан государственный природный заповедник «Ненецкий». Основной рыбохозяйственный водоём – Коровинская губа, где проходит нагул и зимовка полупроходных рыб, фактически исключен из рыбохозяйственного фонда (Новоселов, Антонова, Чуксина, 2001). Снижение интенсивности лова и приведение календаря промысла в соответствие с биологией – это первый шаг для восстановления рыбных запасов. Вторым шагом является выполнение мероприятий, обеспечивающих благоприятные условия для естественного воспроизводства. Устойчивые промысловые уловы сига в количестве 200 тонн могут быть обеспечены только в том случае, если в нересте будут участвовать ежегодно не менее 150 тысяч производителей с фондом икры 2 млрд. штук (Козьмин, 2011). Перечень рекомендаций по улучшению естественного воспроизводства запасов печорского сига должны быть дополнен искусственным рыборазведением. Известно, что на рыбоводных заводах наиболее высокий промысловый возврат рыбы обеспечивается путем подращивания личинок в вырастных прудах до стадии малька. В суровых условиях Северного края к моменту выклева личинок сига вырастные пруды находятся еще подо льдом, а глубокие водоемы не отвечают требованиям для выращивания посадочного материала. Поэтому для разработки биотехники искусственного выращивания молоди сиговых, а также методики формирования и содержания их маточных стад в бассейне Нижней Печоры необходимо построить экспериментальную рыбоводную базу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате интенсивного лова и всё возрастающего техногенного загрязнения окружаюшей среды произошло снижение численности популяций сига во всех крупных водоёмах европейского Северо-Востока России. В онежском, мезенском и северодвинском бассейнах сиг практически утратил рыбохозяйственное значение из-за малой численности природных популяций. На Европейском Севере главным рыбохозяйственным водоемом является р. Печора, где промысловый запас сига также заметно снизился. Происходящие изменения в сырьевой базе являются результатом нерационального рыболовства. Отступления от допустимых норм вылова и низкий уровень естественного воспроизводства послужили основной причиной оскудения запасов сига. Чтобы предотвратить неуклонное снижение запасов сига в водоемах Европейского Севера, необходимо провести комплекс рыбоохранных мероприятий, включающих искусственное рыборазведение.

Литература

Богуцкая Н.Г., Насека А.М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенкратурными и таксономическими комментариями. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 389 с.

Елсукова Р.Р. Состояние запасов сига реки Северной Двины // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера. Петрозаводск,1981. С.70-71.

Козьмин А.К. Рыбные ресурсы рек и озер европейского Северо-Востока России: их сохранение и использование. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2011. 314 с.

Крохалевский В.Р. и др.. Состояние запасов сиговых рыб в обском бассейне. // Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых. Материалы шестого Всероссийского научно-производственного совещания. Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2001. С. 73-78.

Кузнецов В.В. Состояние и перспективы развития рыболовства в низовьях р. Лена // Рыбное хозяйство, 2013. №6. С. 72-76.

Москаленко Б.К. Сиговые рыбы Сибири. М.:Пищевая промышленность, 1971. 182 с.

Новоселов А.П., Антонова В.П., Чуксина Н.А. Изменение относительной численности нерестовых стад печорских сиговых рыб в результате нефтяного загрязнения // Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания рыб. Материалы шестого Всероссийского научно-производственного совещания. Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2001. С. 128-133.

Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука, 1980. 301 с.

ABSTRACT. This paper summarizes the results of observations on the state of whitefish stocks in the basins of the main rivers of the European North-East Russia. The obtained data can serve to assess the possible catch of whitefish and the development of recommendations on fishery management.

МОНИТОРИНГ ДОМЕСТИЦИРОВАННЫХ И ДИКИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РУССКОГО ОСЕТРА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА НА РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДАХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

А. А. Кокоза, А.Б. Ахмеджанова, Мибуро Закари
Астраханский государственный технический университет, Астрахань
labastu@yandex.ru

В настоящее время численность популяций осетровых рыб в водоемах России и за ее пределами, определяется, в основном, комплексом антропогенных факторов, в результате чего целый ряд видов занесены в ранг исчезающих или редко встречающихся. Одним из надежных способов сохранения генофонда и восстановление устойчивых запасов этой реликтовой ихтиофауны, возможно за счет искусственного воспроизводства во всех его формах.

На фоне обострившегося за последние годы дефицита диких производителей осетровых рыб в водоемах страны, в том числе и в Каспии, требует дальнейшего совершенствования этого направления в аквакультуре. В частности, для выращивания товарных осетровых рыб и формирования продукционных стад потребовалось разработать сбалансированные комбикорма, снизить влияние негативных факторов водной среды на всех этапах биотехнического процесса, освоить приемы формирования продукционных стад по принципу «от икры до икры» и путем доместикации и другое (Пономарев и соавт., 2002; Кокоза, 2004;). Следует отметить, что за последние годы на осетровых рыбоводных заводах (ОРЗ) Нижнего Поволжья более половины производителей белуги и осетра используемые для получения репродуктивной икры, это доместицированные рыбы или выращенные по схеме «от икры до икры». В комплексе ранее выполненных многолетних исследований, в 2015 году продолжили мониторинг репродуктивной функции диких и доместицированных самок русского осетра и оценку полученного от них потомства. Материал собран на Сергиевском ОРЗ ФГБУ «Севкаспрыбвод». Полученные результаты представлены в табл. 1.

Средняя масса диких и доместицированных самок русского осетра оказалась 19,6 кг и 23,7 кг соответственно. Согласно данным, представленным в данной таблице, практически все показатели оказались достоверно выше у доместицированных самок осетра в сравнении с дикими ($p<0,05$). Эти различия обусловлены, скорее всего, более высокой массой доместицированных рыб, подавляющее количество которых, это повторно нерестующие особи. В тоже время дикие самки осетра, отловленные промыслом для рыбоводных целей, судя по средней массе, это впервые зашедшие самки в р. Волга на нерест.

Таблица 1 - **Рыбоводно-биологические показатели самок от доместицированных и диких самок русского осетра**

Статистические показатели	Масса самок осетра, кг	Масса икры от одной самки, кг	Количество икринок, в 1 г, в шт.	Число икри нок в расчете на самку, в тыс. штук	Оплодотворяемость икры, %
Дикие самки (n=8)					
M±m	19,6 ± 0,3	3,4 ± 0,1	54 ± 0,1	180,3± 0,3	80,9 ± 0,1
δ	0,7	0,9	1,3	0,34	1,4
CV,%	16,7	16,9	10,6	29,7	17,6
Доместицированные самки (повторно созревшие) (n=10)					
M±m	23,7 ± 0,2	4,4 ± 0,2	49,1 ± 0,4	217,75 ± 0,2	78,9 ± 0,2
δ	1,3	4,9	3,4	3,6	0,3
CV,%	21,7	7,3	12,2	21,2	16,2
Достоверность различий	p< 0,01*	p< 0,05*	p< 0,05*	p <0,001*	p< 0,05*

*Примечание: * различия достоверны*

На рисунке 1 в графическом виде представлены данные, отражающие оплодотворение икры от диких и доместицированных самок русского осетра в процентах.

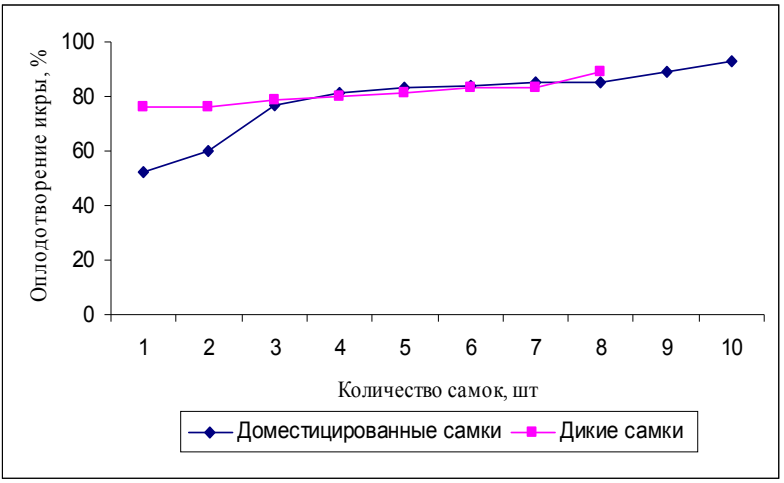


Рисунок 1 - **Показатели оплодотворения икры от доместицированных и диких самок русского осетра (в процентах)**

В среднем эти показатели несколько разнятся. У диких самок русского осетра этот показатель составил 80,2%, у доместицированных – 70,5%.

В таблице 2 представлены сводные данные по эмбриогенезу осетра. Икру для исследования биологических показателей отбирали до и после гормональной инъекции самок. До оплодотворения, у доместицированных самок осетра, масса икры варьировала от 15,3±0,2 до 15,43±0,2 мг, вертикальный размер - от 3,4±0,01 до 3,44±0,02 мм, горизонтальный - от 2,9±0,02 до 3,14±0,03 мм. У диких самок эти показатели колебалась от 16,5 до 16,6 мг, вертикальный - от 3,5 до 3,6 мм, горизонтальный - от 3,3 до 3,35 мм соответственно. Имеющиеся между ними различия оказались статистически не подтвержденными ($p>0,05$).

На стадии оплодотворения, масса развивающихся эмбрионов и вертикальный размеры оказались близкими, однако имеющиеся различия подтверждены статистически ($p<0,05$). Горизонтальные показатели характеризовались величинами одного порядка ($p>0,05$).

На стадии дробления, вертикальный размер и масса эмбрионов также выявлена разница и подтверждается статистически ($p<0,05$). Горизонтальные размеры оказались сходными ($p>0,05$).

На этапе гаструляции комплекс этих размерно-массовых показателей сглаживаются, что также подтверждено статистически ($p>0,05$).

Таблица 2 - **Размерно-массовые показатели эмбрионов от диких и доместицированных самок русского осетра**

Этапы развития икры	Размеры, мм		Масса, мг
	вертикальный	Горизонтальный	
	M±м	M±м	M±м
От доместицированных самок русского осетра			
Неоплодотворенная	3,42±0,03	3,05±0,02	15,4 ±0,01
Оплодотворенная	3,52±0,03	3,32±0,04	19,2±0,01
Дробление	3,59±0,8	3,36±0,04	21,1±0,02
Гаструляция	3,66±0,9	3,44±0,04	23,3±0,03
Вылупление	3,75±0,02	3,57±0,03	24,2±0,01
От диких самок русского осетра			
Неоплодотворенная	3,55 ±0,03	3,33±0,02	16,54±0,01
Оплодотворенная	3,58±1,2	3,35±0,8	20,6±0,02
Дробление	3,61±1,03	3,37±0,02	22,9±0,01
Гаструляция	3,72±0,01	3,49±0,01	23,8±0,02
Вылупление	3,78±0,01	3,65±0,01	24,8±0,01

Для более полной оценки эмбрионов русского осетра, на рисунке 2 представлены показатели массы на некоторых типичных стадиях их развития. По этим данным можно судить о более крупной массе развивающейся икры полученной от диких самок русского осетра.

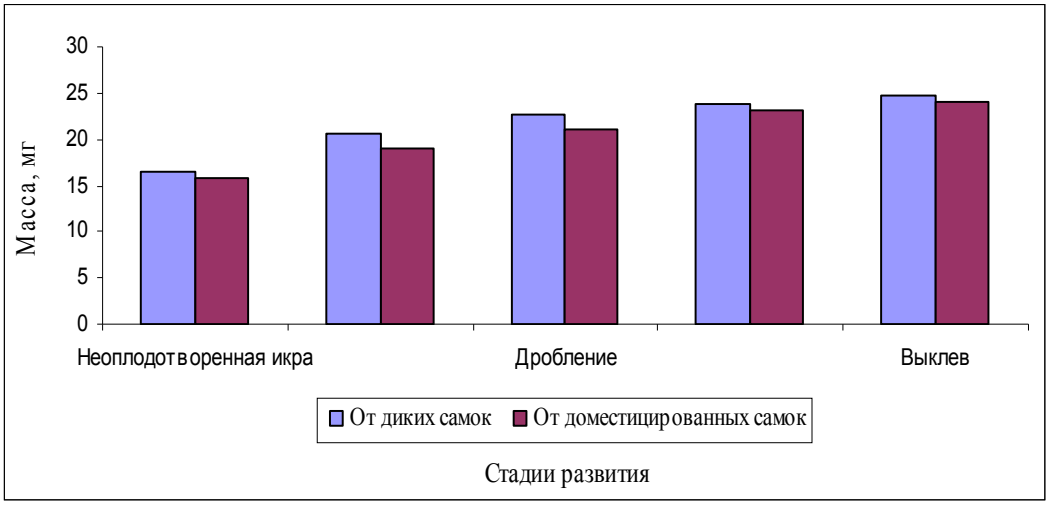


Рисунок 2 **- Масса икринок и эмбрионов русского осетра на разных стадиях развития**

От диких самок осетра было получено 800,0 тыс. шт., от доместицированных - 1129,49 тыс. штук.

Таблица 3 - **Морфологические показатели личинок, полученных от диких и доместицированных самок русского осетра**

Показатели	Варианты опытов	От доместицированных самок		От диких самок	
		После вылупления	Во время перехода на активное питание	После вылупления	Во время перехода на активное питание
Масса, мг	M±m	20,6±0,23	35,3 ±0,42	21,5±1,8	35,36 ±0,65
	δ	3,01	5,44	2,9	6,24
	CV%	10,0	12,38	14,01	12,35
Общая длина, мм	M±m	11,08±0,06	17,06±0,2	12,03±1,1	17,85±0,14
	δ	0,6	0,41	1,6	0,62
	CV%	5,2	8,36	4,3	6,31
Размер желточного мешка, мм	M±m	2,96±0,6	2,00±0,01	3,01±0,02	2,01±0,02
	δ	0,3	0,2	0,2	0,15
	CV%	3,0	12,3	3,1	9,64
Постанальное расстояние, мм	M±m	4,00±0,8	8,02±0,02	4,01±0,03	8,9±0,1
	δ	0,9	0,45	0,01	0,24
	CV%	2,3	4,6	5,4	3,4
Стадии развития		37	37	44	37

Согласно табличным данным, представленным в таблице 3, личинки после вылупления, от диких самок, оказались более крупными. В частности, разница в массе и длине тела оказались статистически достоверны ($p<0,01$). Другие морфологические показатели, такие как постанальное расстояние, расстояние от хорды до края желточного мешка, характеризовались величинами примерно одного порядка Эти различия статистически не подтвердились ($p>0,05$). Масса, длина, размер желточного мешка и постанальное расстояние личинок во время перехода на активное питание, полученных от диких и доместицированных самок оказались сходными, что подтверждено статистически ($p>0,05$).

Время подращивания личинок в бассейнах составило 8-10 суток. Оптимальная температура воды в бассейнах варьировала, от 12 ºС до 18,1 ºС. После перехода на экзогенное питание они были посажены в выростные водоемы с целью выращивания стандартной молоди. Плотность посадки личинок в пруды не превысила 100 тыс./га. На этапе выпуска из прудов, выращенную молодь подвергли оценке по некоторым морфофизиологическим показателям (табл. 4).

Таблица 4 - **Морфофизиологические показатели молоди русского осетра выращенной от доместицированных и диких самок русского осетра**

Показатели	**Масса рыб, г**	**Длина рыб, см**	**Гемоглобин, г/л**	**Общий белок, г/л**	**Общие липиды, г/л**	**Индекс наполнения ЖКТ, ‰**	**Упитанность**
Молодь от доместицированных самок русского осетра							
M±m	3,4±0,3	9,5±0,3	47,4±1,2	17,7±0,3	1,93±0,5	387,63±11,1	0,39±0,1
δ	1,02	1,22	7,6	1,2	0,2	13,15	6,31
CV%	30,4	12,9	16,04	6,8	10,8	21,13	12,1
Молодь от диких самок русского осетра							
M±m	4,5±0,19	11,1±0,2	47,9±1,4	19,3±0,15	1,96±0,5	409,73±22,2	0,33±0,1
δ	0,13	0,76	5,4	0,6	0,2	15,92	5,4
CV%	16,3	6,9	11,3	3,1	10,34	29,10	22,3

Как оказалось, масса выращенной молоди от диких самок осетра оказалась примерно в 1,3 раза выше в сравнении с потомством от доместицированных самок. Судя по выраженности индексов наполнения ЖКТ, то они оказались выше у молоди полученной от диких самок осетра. В данном случае это указывает на более

высокую кормность водоема в котором выращивались мальки от диких самок осетра. С этим согласуется и показатель общего сывороточного белка в крови молоди, концентрация которого корелирует с кормовой базой (Попов, 1979). В общем независимо от некоторых различий в массе и в физиологических показателях, молодь выращенная от доместицированных самок осетра характеризуется нормой, о чем можно судить в частности по показателям СОЭ составившие 1,97±0,1мм/ч и 2,3±0,6 мм/ч соответственно.

В процессе исследований выяснилось, что на первых этапах выращивания мальки питались бентосом и планктоном, причем на ранних стадиях предпочитали зоопланктон и пелагические формы личинок комара Chironomus plumosus. Следует отметить, что среди планктонных организмов в желудках растущей молоди осетра встречались представители отряда Branchiopoda, а также D. longispina, D. magna, Moina macrocopa, Eudiaptomus graciloides, Bosmina longirostrus.

Тем не менее, бентос, а именно хирономиды, как излюбленный пищевой компонент молоди осетра, преобладали в пищевом рационе. Это подтверждается такими показателями, как наполнение ЖКТ, а также частотой встречаемости и их соотношением в общей массе пищевого комка. Наряду с этим, был установлен факт интенсивного потребления Branchiopoda – Streptocephalus torvicornis.

Темп роста потомства русского осетра полученного от доместицированных и диких самок осетра представлен на рисунке 3.

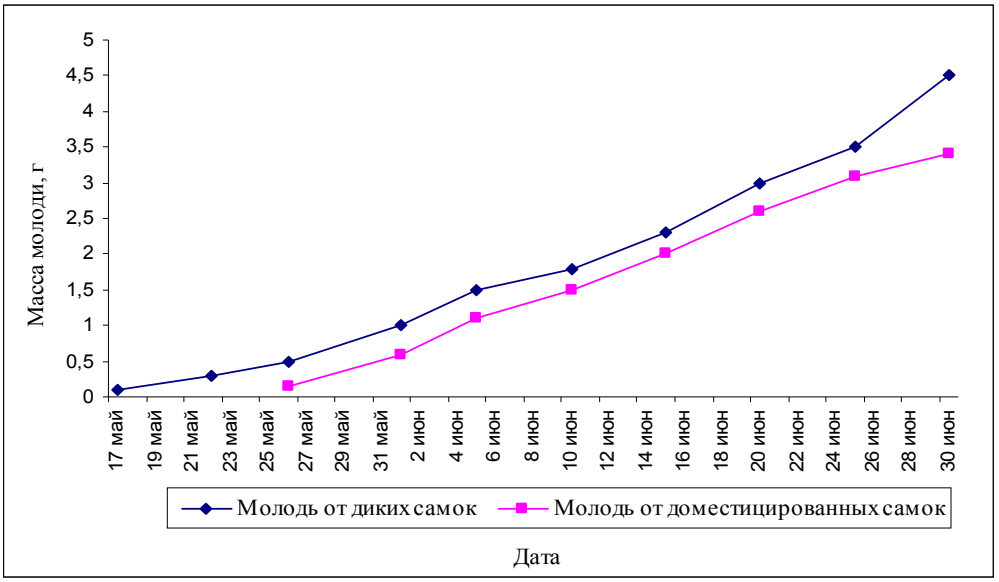


Рисунок 3 - **Темпа роста потомства выращенного от доместицированных и диких самок осетра**

Разница в размерно-массовых показателях мальков, скорее всего, обусловлена разным гидробиологическим режимом выростных водоемов и незначительным разрывом в сроках их зарыбления.

Суммируя полученные данные, следует отметить, что на фоне обвального сокращения численности популяции каспийских осетровых рыб, в том числе и русского осетра, одним из вариантов сохранения видового состава и популяционного генофонда возможно за счет формирования продукционных стад на действующих осетровых рыбоводных заводах. Однако, учитывая важность этого мероприятия необходим постоянный мониторинг этих двух слагающих.

Литература

Кокоза А.А. Искусственное воспроизводство осетровых рыб / А. А. Кокоза. - Астрахань: АГТУ, 2004. – 208 с.

Кокоза А.А. Искусственное воспроизводство осетровых с элементами его интенсификации / Кокоза А.А., Григорьев В.А., Загребина О.Н. Астрахань. Изд-во АГТУ. 2014. с. 215.

Пономарев С. В. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России / С. В. Пономарев; Госком. по рыболовству России. - Астрахань: Нова плюс, 2002. - с. 258-263.

Попова А.А. Перспективы развития товарного осетроводства / А.А. Попова. Осетровое хозяйство внутренних водоемов СССР. Тезисы и рефераты II Всесоюзного совещания 26 февраля – 2 марта 1979 года. – Астрахань, 1979.- с. 215-216.

ABSTRACT. The results of studies evaluating the quality of the offspring obtained from wild and domesticated female Russian sturgeon used in sturgeon hatcheries operating in the Caspian Sea basin. Experimental data on the quality assessment of wild and domesticated female Russian sturgeon at a hatchery in the delta. Volga allow a deeper understanding of this issue in connection with the preservation of the unique relict fish fauna in this reservoir.

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЗООПЛАНКТОНА ИРИКЛИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (Р. УРАЛ)

В.А. Колозин, Ю.А. Малинина
Саратовское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Саратов, zaolog@mail.ru

Введение

Прошло более 40 лет с тех пор как научное мировое сообщество заговорило о проблеме «биоразнообразия» Земли. Большое значение имело принятие «Международной конвенции о биологическом разнообразии» на Конференции ООН по окружающей среде в Рио-де-Жанейро в 1992 г. Россия не осталась в стороне, ратифицировав конвенцию в 1995 г, она возложила на себя ответственность за сохранение живой природы 1/7 части суши нашей планеты (Лебедева, Криволуцкий, 2002).

Проблема оценки биологического разнообразия - одна из важных задач экологии (Терещенко, Терещенко, Сметанин, 1994). Любое сообщество – не просто сумма образующих его видов, но и совокупность взаимодействий между ними, а видовое разнообразие – одно из важных свойств сообщества, отражающего его сложность и структурированность (Лебедева, Криволуцкий, 2002). Понятие «биоразнообразие», являясь сложным, многогранным и не достаточно определенным, описывается двумя основными компонентами: общим числом видов (также видовое богатство или плотность видов) и относительным обилием видов (выравненности) (Одум, 1975). Большинство работ посвященных биологическому разнообразию основано на прямом подсчете числа видов, измерении их относительного обилия, либо еще реже мерой, объединяющей эти два компонента (чаще всего индекс Шеннона).

Разнообразие видов населяющих нашу планету и сложность их взаимодействия, как с биотическими, так и абиотическими факторами, послужили причиной создания многочисленных вариантов оценки. Значительная часть по расчету индексов и способов их использования была представлена в руководствах Госкомгидромета (Шитиков,Розенберг, Зинченко, 2003). Последующие обзоры методов биологического мониторинга были проведены несколькими авторами (Макрушин, 1974; Песенко, 1982; Баканов, 2000; Шитиков, Розенберг, Зинченко, 2003; Розенберг, 2005).

Одним из основных показателей состояния водных экосистем, является структура зоопланктона, а для ее определения важно изучить биоразнообразие этой группы.

Цель данной работы: произвести анализ биологического разнообразия зоопланктона Ириклинского водохранилища по основным биологическим показателям, с использованием статистических средств.

Материалы и методы исследований

В данном исследовании проанализированы пробы зоопланктона Ириклинского водохранилища, отобранные в течение вегетационного сезона 2015 г. Наблюдение проводили на 7 мониторинговых разрезах (трансектах) - плесах: Чапаевском, Софинском, Таналык-Суундукском и Приплотинном, а также в заливах: Таналыкском, Суундукском, Соленом (рисунок 1). Сбор и обработка материала осуществлялась согласно стандартным методикам (Методические рекомендации по…, 1984). Всего было отобрано и обработано около 100 проб.

Для оценки состояния сообщества толщи воды анализировали степень разнообразия зоопланктона по статистическим формулам и индексам, наиболее часто используемым в биологической практике.

Выбор того или иного показателя (индекса) биологического разнообразия, с которым мы столкнулись в дальнейшем, зачастую не являлся столько очевидным. В настоящее время известно большое количество способов его расчета и каждый из них обладает определенными преимуществами и недостатками, либо в математической среде, либо в практическом применении на реальных природных объектах (Левич, 1980; Мэгарран, 1992; Протасов, 2002; Шитиков, 2003; Розенберг, 2005; Штепина, 2013). Вместе с тем, выбранный показатель или индекс должен соответствовать поставленным задачам и особенностям исследуемого предмета как системы (Топтиков, Дьяченко, Тоцкий, 2010). Основные требования, предъявленные к критериям биоразнообразия, были следующие:

1. показатель должен реагировать на количество видов в пробе, а также на характер их распределения (обилия);
2. показатель разнообразия должен возрастать при повышении видового богатства и при увеличении эквитабельности системы;
3. показатель должен изменяться в широком диапазоне значений.

На данном этапе работы нами были рассчитаны и проанализированы 5 индексов, которые наиболее часто используются в современных биологических исследованиях:

1. Индекс доминирования Палия-Ковнацки формула (1) (Шитиков, Розенберг, Зинченко, 2003):

$$D_i=100*p_i*N_i/N_{s,} \quad (1)$$

где p_i – встречаемость; $p_i=m_i/M_i$, m_i – число проб, в которых был найден i-ый вид, M_i – общее число проб, N_i – число особей i-го вида, N_s – общее число особей в пробе. Для характеристики видового комплекса предложено выделять доминант в пределах $10<D_i<100$, субдоминант - $1<D_i<10$, субдоминант первого порядка – $0.1<D_i<1$, второстепенные члены – $0.01<D_i<0.1$.

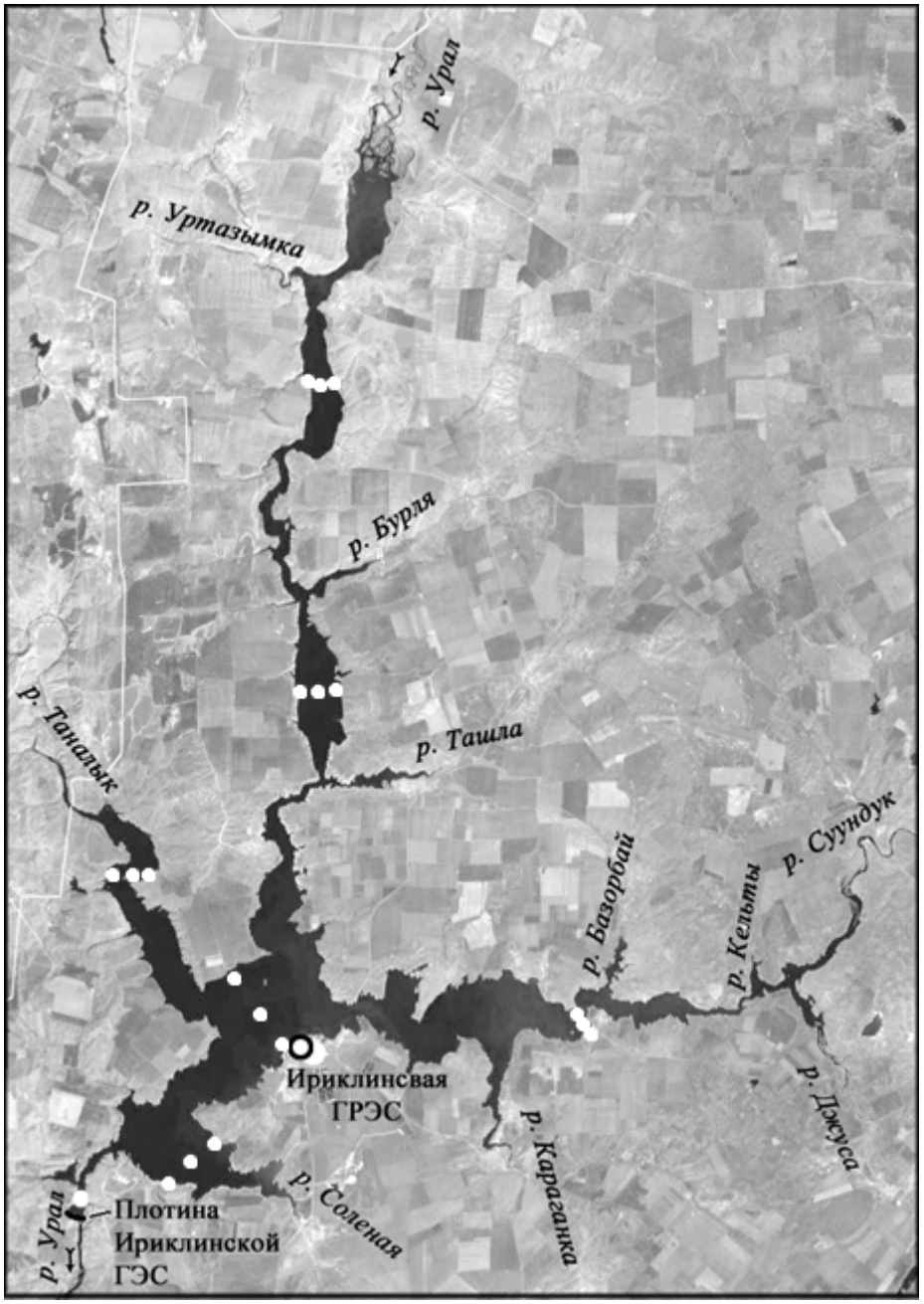


Рисунок 1 - **Карта Ириклинского водохранилища**

2. Энтропийный индекс Шеннона по численности $H_{Nбит}$ формула (1) (Шитиков, Розенберг, Зинченко, 2003):

$$H = -\sum P_i * log_2 * P_i, \quad (2)$$

где P_i – доля особей i-го вида; $P_i = n_i/N$, n_i – численность i-го вида, N – общее число особей в пробе.

3. Индекс полидоминантности Симпсона рассчитанный по формуле (2) (Розенберг, 2005):

$$D_s = \sum_i^S \left(\frac{n_i}{N}\right)^2, \quad (3)$$

где n_i – оценка значимости каждого i-го вида; N – сумма оценок значимостей, S – число видов.

4. Энтропийный коэффициент Тейла формула (4) (Розенберг, 2005):

$$R_T = log_2 N + H, \quad (4)$$

где H – индекс Шеннона, N - общее число видов в пробе.

5. Показатель разнообразия, рассчитанный по формуле (5) (Топтиков, Дьяченко, Тоцкий, 2010):

$$K_D = log_2 N / \Sigma p_i^2, \quad (5)$$

где N - общее число видов в пробе, p_i – удельная численность каждого i-го вида, выраженная в долях.

Из теории информации известно, что наиболее устойчивой будет та система, которая установит свое внутреннее разнообразие на оптимальном уровне. Сообщество или популяция, потребляющая весь ресурс, выделенный ей верхним уровнем, имеет оптимальное внутреннее разнообразие и достигает максимально возможных в данной среде значений численности. Принято считать, что уровень разнообразия ненарушенных природных систем наиболее близок к оптимальному значению. Искусственное снижение или повышение внутреннего разнообразия биосистем, а также быстрые изменения среды ведут к снижению их разнообразия в частности и устойчивости всей системы в целом (Эшби, 1959; Букарева, Алещенко, 2005).

Математические операции, применяемые в данной работе (логарифмирование, возведение в степень и т.д.), приближают эмпирическую выборку к нормальному распределению (Шитиков, Розенберг, Зинченко, 2003), что, в свою очередь, обеспечивает возможное использование стандартных статистических средств, при обработке полученных результатов.

Результаты и их обсуждение

Согласно литературным данным (Соловых, Раимова, Осадчая и др., 2003; Килякова, Лысенко, 2007; Малинина, 2011) качественный состав зоопланктона Ириклинского водохранилища за многолетний период исследований представлен более чем 80 таксономическими группами.

По результатам проведенного наблюдения в 2015 г. в составе зоопланктона Ириклинского водохранилища было отмечено более 60 таксономических групп. Из них коловратки (класс Rotifera) составляли 37,5%, веслоногие рачки (отряд Copepoda) – 29,7%, ветвистоусые ракообразные (п./отряд Cladocera) – 26,6%, группа «прочие» - 6,2%.

Температурный режим водохранилища за сезон был благоприятный. Весной при средней температуре в 8,5 ºС на всех плесах по численности (92,5%) и биомассе (89,5%) доминировали веслоногие ракообразные. Количественные показатели развития Cladocera и Rotifera оставались на низком уровне. С постепенным прогревом воды и увеличением прозрачности наблюдался рост численности Rotifera почти в 2,5 раза, а Cladocera почти в 20 раз. Самые высокие количественные показатели развития зоопланктона в летний период были отмечены для Чапаевского и Софинского плеса, а также Таналыкского залива. Осенний период за счет высоких температур был не менее продуктивным, чем летний. Численность зоопланктона на разных участках колебалась от 7,73 до 48,48, в среднем 21,742 тыс. экз./м^3, а биомасса – от 0,181 до 1,705, в среднем 0,651 г/м^3 (таблица 1).

Таблица 1 - **Динамика количественных и качественных показателей зоопланктона**

Места отбора проб	Весна		Лето		Осень		Год	
	N, тыс. экз./м^3	B, г/м^3	N, тыс. экз./м^3	B, г/м^3	N, тыс. экз./м^3	B, г/м^3	N, тыс. экз./м^3	B, г/м^3
Приплотинный плес	66,627	2,494	9,989	0,204	12,697	0,302	29,770	1,000
Таналык-Суундукский плес	5,416	0,123	15,644	0,230	16,167	0,429	12,410	0,260
Софинский плес	13,012	0,363	28,740	0,679	48,479	1,705	30,080	0,920
Чапаевский плес	18,105	0,237	58,536	1,976	26,977	0,662	34,540	0,960
Соленый залив	15,919	0,476	3,991	0,177	7,732	0,181	9,210	0,280
Таналыкскийзалив	4,684	0,043	33,589	0,686	38,837	1,285	25,700	0,670
Суундукский залив	5,362	0,211	17,282	0,388	14,893	0,503	12,510	0,370
Средняя	18,227	0,556	23,059	0,602	21,742	0,651	20,956	0,601

Согласно индексу Палия-Ковнацки доминирующий комплекс на протяжении всего сезона был представлен исключительно ювенильными стадиями старших возрастов представителей Copepoda (таблица 2). Рачки этой

группы активно размножались на протяжении всего года и занимали доминирующее положение в сообществе не только по численности, но и биомассе. Субдоминирующий комплекс составили: *Daphnia galeata* Sars, 1864, *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863), *Eudiaptomus graciloides* Lillijeborg, 1888, науплиальные стадии Copepoda.

Отдельные виды (*Cyclops strenuus* Fischer, 1851, *Cyclops vicinus* Ulyanin, 1875; *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857), *Asplanchna priodonta* Gosse, 1850 и *Conochilus unicornis* Rousselet, 1892) занимали лидирующее положение в сообществе в сезоны года (см. таблицу 2). В летний период на всех исследованных участках были зарегистрированы хищные Cladocera - *Leptodora kindtii* (Focke, 1844) и виды р. Bythotrephes (*B. brevimanus* Lilljeborg, 1901 и B. *cederstroemi* Schoedler, 1863), однако их количественная представленность была незначительной.

Таблица 2 - **Представители доминирующего комплекса зоопланктона согласно индексу Палия-Ковнацки**

Вид/группа	Весна	Лето	Осень	Год
Daphnia (Daphnia) galeata	+++	++	+	++
Nauplii cyclopoida	+	++	++	++
Cyclopoida juv.	++	+	+	+
Cyclops strenuus	+	+++	-	+++
Cyclops vicinus	+	-	-	+++
Mesocyclops leuckarti	-	+++	++	+++
Thermocyclops oithonoides	-	++	+	++
Nauplii calanoida	+	+	++	+
Calanoida juv.	++	+	++	++
Eudiaptomus graciloides	++	++	+	++
Asplanchna priodonta	+++	+++	++	+++
Conochilus unicornis	-	++	-	+++

Примечание: "+" - Доминант, "++" - Субдоминант, "+++" - доминант 1-го порядка

Графический анализ этой закономерности отражен на рисунке 2. По оси ординат было отложено число особей в пересчете на $м^3$, по оси абсцисс – ранжированная последовательность видов в зависимости от обилия. Полученная кривая, названная Р. Уитеккером «кривой доминирования – разнообразия», а Э. Пианкой – «кривой значимости видов» (Шитиков, Розенберг, Зинченко, 2003)

в соответствии с индексом доминирования Палия-Ковнацки, дает четкое представление о том, что значительная часть видов в сообществе обладала низкими количественными показателями.

Полученная кривая видового обилия сравнивалась с основными моделями распределения: логарифмического ряда, геометрического ряда и «модели разломанного стержня» Макартура. Согласно полученным результатам, с наибольшей достоверностью она описывается моделью лог-ряда (коэффициент корреляции R=0,997, уровень значимости p=0,05 критерий согласия по Мэгарран (1992) x^2=1,809). Соответствие кривой модели лог-ряда соответствует ситуации, когда структура сообщества определяется небольшим количеством факторов.

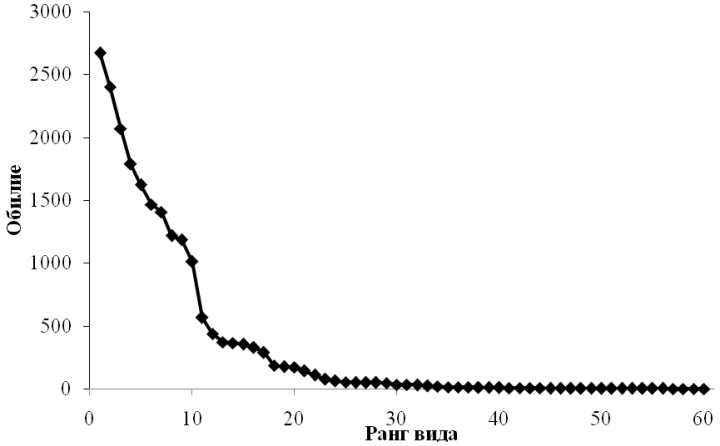


Рисунок 2 - **Ранговое распределение обилия видов зоопланктона Ириклинского водохранилища**

Результаты рассчитанных информационных индексов с использованием показателей количественной и качественной представленности зоопланктона отражены в таблице 3.

При расчете индекса Шеннона (H) нами использовался логарифм по основанию 2, но приемлемо также использование десятичного или натурального логарифма, а также допущение, что в выборку попадают не все виды генеральной совокупности. Возможные причины ошибок при расчете этого индекса, связаны с тем, что невозможно включить в выборку абсолютно все виды реального сообщества. На протяжении всего сезона обнаружено варьирование признака в довольно узких границах 3,31-4,02, в среднем 4,15, что характеризует сообщество с довольно высоким показателем биоразнообразия.

Таблица 3 - **Значения показателей биологического разнообразия зоопланктона**

Место отбора проб	Значения индексов разнообразия					
	H	D_S	R_T	K_D	Кол-во видов	N, тыс. экз./м^3
Приплотинный плес	3,31	0,124	8,27	39,94	31	29,77
Таналык-Суундукский плес	3,52	0,114	8,52	43,81	32	12,41
Софинский плес	3,56	0,111	8,42	43,96	29	30,08
Чапаевский плес	4,02	0,078	9,19	66,31	36	34,54
Соленый залив	3,28	0,145	8,33	56,23	33	9,21
Таналыкский залив	3,5	0,111	8,41	44,14	30	25,7
Суундукский залив	3,35	0,124	8,05	38,02	26	12,51
В целом за год	4,15	0,074	10,08	80,65	61	20,956

По мере увеличения индекса доминирования Симпсона (D_S), можно судить об уменьшении выравненности видов в сообществе. Эта величина принимает значения от 0 до 1 и носит название «вероятность межвидовых встреч» (Розенберг, 2005). Как и для многих других статистических параметров измеряемых по типу дисперсии, значение индекса Симпсона зависит от удельного веса доминирующих видов, так как при возведении в квадрат малых значений p_i получаются еще меньшие величины. Поскольку индекс слабо зависит от числа видов в пробе, признается, что он малопригоден для оценки биоразнообразия или видового богатства, но является весьма чувствительным индикатором доминирующих видов (Лебедева, Криволуцкий, 2002). В нашем исследовании этот параметр принимает минимальные значения 0,078 в Чапаевском плесе и характеризует его как наиболее эквитабельный (число доминирующих видов по индексу доминирования Палия-Ковнацки равно 6 и составляет 16,7% от общего числа видов). Максимальные показатели индекса 0,145 зафиксированы в заливе Соленом (доминирующих видов не выявлено, субдоминанты составляли 23%).

Коэффициент Тейла (R_T) варьировал в довольно узких пределах 8,05-9,19. Среди плесов наибольшие показатели были получены в Чапаевском (9,19), а наименьшие в Приплотинном (8,27). Среди заливов, а также по всему водохранилищу в целом, самые низкие значения были получены в Суундукском заливе (8,05). Показатели видового обилия в этом заливе в течение всего сезона были также минимальными, а отмеченное незначительное увеличение индекса доминирования Симпсона до 0,124, только подтверждает полученные результаты. Схожие результаты были получены и для коэффициента разнообразия (K_D).

Максимальные значения всех индексов определялись количеством видов в пробе, а также количественными показателями развития зоопланктона. Минимальные значения первых двух коэффициентов (H и D_S) обнаружили зависимость от общей численности организмов, а двух других (R_T и K_D) от числа видов.

Полученные результаты согласуются с данными полученными Топтиковым В.А. и др. (2010) при анализе модельных спектров множественных форм ферментов. В результате проведенных расчетов было показано, что коэффициенты R_T и K_D более полно отражают структуру сообщества, а это в свою очередь является важнейшим критерием внутреннего разнообразия системы.

Таким образом, биологическое разнообразие зоопланктона Ириклинского водохранилища на основании проведенного анализа с использованием указанных статистических математических индексов было достаточно высоким. В общем виде степень внутреннего разнообразия зоопланктона была прямо пропорциональна количеству компонентов и обратно пропорциональна уровню не выравненности системы. Структура сообщества по кривой рангового распределения соответствовала лог-ряду. Достаточно высокие значения биологического разнообразия говорят об относительной устойчивости сообществ зоопланктона.

Литература

Баканов А.И. О некоторых методологических вопросах применения системного подхода дляизучения структур водных экосистем // Биол. внутр. вод. 2000. № 2. – С. 5-19.

Букарева Е.Н., Алещенко Г.М. Принципы оптимального разнообразия биосистем // Успехи современной биологии, 2005. Т. 125. № 4. – С. 337-348.

Лебедева Н.В., Криволуцкий Д.А. Биологическое разнообразие и методы его оценки / Коллектив авторов. География и мониторинг биоразнообразия. – М.: Изд-во Научного и учебно-методического центра Моск. ун-та, 2002. – 432 с.

Килякова Ю.В., Лысенко А.А. Экологическое состояние Ириклинского водохранилища. Оценка вылова рыбы // Научный журнал КубГАУ. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2007. – С. 1-11.

Левич А.П. Структура экологических сообществ. – М.: МГУ, 1980. – 181 с.

Малинина Ю.А. Современное состояние зоопланктона Ириклинского водохранилища// экологические проблемы пресноводных рыбохозяйственных водоемов России. Всероссийская научная конф. С межд. Участием, посвященная 80-летию Татарского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ». – С.-П., 2011. – С. 234-238.

Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод. – Л.: ЗИН АН СССР, 1974. – 60 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция / ГосНИОРХ. – Л.: ГосНИОРХ, 1984. – 34 с.

Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение: пер. с англ. / Э. Мэгарран. – М.: Мир, 1992. – 184 с.

Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 740 с.

Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982.– 287 с.

Протасов А.А. Биоразнообразие и его оценка. Концептуальная диверсикология. – Киев: институт гидробиологии НАН Украины, 2002. – 105 с.

Розенберг Г.С. Количественные методы экологии и гидробиологии (сборник научных трудов, посвященный памяти А.И. Баканова). / Отв. ред. Г.С. Розенберг.– Тольятти: СамНЦ РАН, 2005. – 404 с.

Соловых Г.Н., Раимова Е.К., Осадчая Н.Д., Фабарисова Л.Г., Никитина Л.П. Гидробиологическая характеристика Ириклинского водохранилища / отв. ред. Соловых Г.Н. – Екатеринбург, 2003. – 179 с.

Терещенко В.Г., Терещенко Л.И., Сметанин М.М. Оценка различных индексов для выражения биологического разнообразия сообщества // Биоразнообразие: степень таксономической изученности. – М.: Наука, 1994. – С.86-98.

Топтиков В.А., Дьяченко Л.Ф., Тоцкий В.Н. Оценка спектров множественных форм ферментов с помощью показателя уровня внутреннего разнообразия системы// Цитология и генетика, 2010. Т. 44. № 1. – С. 46-53.

Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.

Штепина Л.А. Биоразнообразие сообществ зоопланктона водоемов нижней зоны дельты Волги // Вестник СГТУ, 2013. № 1 (72). – С. 188-192.

Эшби У.Р. Введение в кибернетику. – М.: иностр. лит-ры., 1959. – 432 с.

ABSTRACT. In this study, carried out an attempt to assess the level of biodiversity of zooplankton Iriklinskoe(of Irikla) reservoir on the basis of statistical environmental indices. The curve of the range of species was described with the greatest reliability with the help of the model log number. Biological diversity of zooplankton were generally high.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ ВОДОЕМОВ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Ф. Коновалов
Вологодское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Вологда
alexander-konovalov@yandex.ru

Становление ихтиофауны Вологодской области первоначально определялось ее природно-климатическими особенностями, которые зависят от специфики географического положения изучаемой территории. Окончательному формированию современной фауны региона способствовали различные формы антропогенного воздействия, включая последствия строительства судоходных транспортных путей, акклиматизации новых видов рыб, а также исчезновения или сокращения численности популяций уязвимых видов и форм (Красная книга…, 2010; Коновалов, 2014; Коновалов и др., 2014; 2015 а, б). В настоящей работе приводится обобщенная характеристика современной ихтиофауны Вологодской области.

В водоемах Вологодской области самовоспроизводящиеся популяции имеют четыре вида миног и 48 видов лучеперых рыб (Коновалов и др., 2015 б). Все виды круглоротых принадлежат к отряду миногообразных и семейству миноговых. Рыбы региональной фауны относятся к 12 отрядам, 17 семействам и 38 родам. Более 40% видов рыб принадлежат к семейству карповых, которые широко распространены во всех трех бассейнах (табл. 1). Остальные семейства представлены менее разнообразно и включают от одного до четырех видов рыб. В целом в составе ихтиофауны Вологодской области преобладают озерно-речные виды, имеющие широкое распространение в Европейской части России.

Наибольшее разнообразие рыб отмечается в водоемах бассейнов Каспийского и Балтийского морей, в каждом из которых зарегистрировано не менее 40 видов (табл. 1). Это связано с наличием крупных, сравнительно глубоководных водоемов, имеющих значительные площади акватории и объемы водной массы и способствующих поддержанию стабильных условий, благоприятных для совместного обитания многих видов рыб. В частности, все виды, зарегистрированные в водоемах Балтийского бассейна, связаны с Онежским озером и его притоками. В Каспийском бассейне наибольшее видовое богатство отмечается в крупных водохранилищах – Рыбинском и Шекснинском, а также в озере Белое. В каждом из этих водоемов в составе ихтиофауны зарегистрировано около 30 видов рыб. Другой возможной причиной высокого разнообразия фауны рыб в водоемах и водотоках бассейнов Каспийского и Балтийского морей является их связь с водными системами, расположенными к западу и к югу от Вологодской области, имеющими более богатую ихтиофауну. Это обусловливает вероятность успешного

пополнения популяций многих малочисленных видов за счет миграции рыб в пределах каждого бассейна.

Таблица 1 - **Количество представителей современной фауны рыб и круглоротых в водоемах Вологодской области, относящихся к бассейнам трех морей на территории Вологодской области**

Семейства	Бассейн моря		
	Белого	Каспийского	Балтийского
Миноговые – Petromyzontidae	2	1	2
Осетровые – Acipenseridae	1	1	–
Речные угри – Anguillidae	1	1	1
Сельдевые – Clupeidae	–	1	–
Карповые – Cyprinidae	15	21	18
Балиториевые – Balitoridae	1	1	1
Вьюновые – Cobitidae	1	2	1
Сомовые – Siluridae	–	1	1
Щуковые – Esocidae	1	1	1
Корюшковые – Osmeridae	1	1	1
Сиговые – Coregonidae	3	1	2
Хариусовые – Thymallidae	1	1	1
Лососевые – Salmonidae	1	–	3
Налимовые – Lotidae	1	1	1
Колюшковые – Gasterosteidae	1	1	2
Рогатковые – Cottidae	1	1	3
Окуневые – Percidae	3	4	4
Головешковые – Odontobutidae	1	1	1
Итого	**35**	**41**	**43**

Наиболее бедный и эндемичный видовой состав рыбного населения отмечается в водоемах бассейна Белого моря (табл. 1), что определяется его связью с холодноводной северной ихтиофауной. Крупные по площади, но мелководные и зарастающие озера Кубенское и Воже имеют меньшее видовое богатство по сравнению с водоемами Каспийского и Балтийского бассейнов. В составе ихтиофауны каждого из этих озер зарегистрировано менее 20 видов рыб. Кроме того, в Беломорском бассейне отмечается наибольшее количество видов, численность популяций которых и ежегодные уловы уменьшаются. Особенно это касается холодноводных рыб – корюшки, ряпушки, сига, нельмы, хариуса, семги и других, численность которых сокращается под влиянием неблагоприятных абиотических факторов: прогревания водной толщи и дефицита кислорода в периоды межени. По этой же причине популяции многих малочисленных видов,

обитающих в бассейне Белого моря, практически не пополняются за счет неэффективных случайных миграций рыб с севера.

Важным фактором, оказавшим влияние на видовое богатство фауны каждого из трех бассейнов, стала прокладка судоходных водных путей, объединивших водоемы Каспийского, Белого и Балтийского морей и создавших предпосылки для саморасселения многих видов рыб (Болотова и др., 2010; Болотова, 2012 а; Коновалов и др., 2015 а). В частности, в водоемы юго-восточного Прионежья из Каспийского бассейна проникли и расселились синец, белоглазка, жерех, чехонь, красноперка, сом, европейская корюшка (снеток) и берш (табл. 1). В противоположном направлении через Онежское озеро в бассейн Каспийского моря распространилась девятииглая колюшка и периодически мигрирует речной угорь. В бассейнах Рыбинского водохранилища и Онежского озера зарегистрированы случаи поимки экзотического южного вселенца – ротана-головешки (Атлас пресноводных рыб …, 2003; Зеленецкий, 2006; Рыбы в заповедниках…, 2010; Ильмаст, 2012). В водоемы бассейна Белого моря из Верхневолжского бассейна проникли стерлядь, жерех, обыкновенная щиповка и европейская корюшка (Коновалов и др., 2015 а).

Другим фактором, способствовавшим формированию ихтиофауны рассматриваемых бассейнов, является акклиматизация. Однако ее результаты очень редко приводили к возникновению самовоспроизводящихся популяций рыб в водоемах Вологодской области (Коновалов, 2014). Примером успешных акклиматизационных работ была интродукция судака в крупные озера бассейна Белого моря, а также выпуски ротана-головешки в водоемы того же бассейна (Коновалов, 2007, 2014). В частности, после акклиматизации в 1936 г. в озеро Кубенское судак спустился по реке Сухона и проник в Северную Двину (Новоселов, 2000; Козьмин, Шатова, 2001), где к концу 2000-х гг. расселился вплоть до дельты. В результате акклиматизации в 1987 г. кубенского судака в озеро Воже этот вид скатился в озеро Лача и стал распространяться в бассейне Онеги, где начал сокращать численность молоди лососевых рыб (Studenov, Novoselov, 2006). Популяции ротана с высокой численностью в настоящее время отмечены на юге Вологодской области, в многочисленных прудах города Вологда и его окрестностях (Подольская, Борисов, 2012; Коновалов и др., 2015 а), а также в прудах и реках Никольского района. В этих водоемах он, по-видимому, появился в результате выпуска рыболовами и аквариумистами.

Расположение Вологодской области на водоразделе трех морей является причиной того, что по территории региона проходит граница естественного ареала миног и многих видов рыб. В частности, в водоемах бассейна Белого моря доля таких видов составляет порядка 40% от их общего количества. В Каспийском и Балтийском бассейнах около 50% зарегистрированных в региональной фауне видов рыб сформировали популяции вблизи границы естественного распространения. При этом во всех трех бассейнах заметно преобладают виды рыб, обитающие на северной границе ареала. Особенно большое количество этих рыб,

достигающее 40% от общего числа обитающих видов, отмечается в водоемах бассейна Каспийского моря. Интересно отметить, что большинство популяций этих видов имеют в регионе стабильную или даже растущую численность. Исключением являются уязвимые популяции стерляди и судака, испытывающие интенсивную промысловую нагрузку и подвергающиеся воздействию комплекса неблагоприятных абиотических и антропогенных факторов (Красная книга..., 2010; Коновалов, 2010). Достаточно высокая численность рыб на северной границе их естественного ареала способствует наблюдаемому в последние десятилетия саморасселению южных вселенцев на север (Болотова и др., 2010; Коновалов и др., 2015 а).

Одновременно численность и уловы, характерные для большинства популяций рыб, населяющих в Вологодской области южную границу естественного ареала, в последние десятилетия закономерно сокращаются. В основном это рыбы арктического пресноводного и бореального предгорного фаунистических комплексов, обитающие преимущественно в водоемах бассейнов Балтийского и Белого морей. В частности, в последние десятилетия заметно сократились количественные показатели популяций корюшки, ряпушки, сига, лосося и кумжи. Исключением в этой группе рыб является девятииглая колюшка, распространяющаяся в бассейнах Балтийского и Каспийского морей (Коновалов и др., 2015 а).

По качественному составу ихтиофауны водоемы Вологодской области, относящиеся к разным бассейнам, характеризуются высоким сходством при наличии большого числа общих для них видов. Так, для всех трех бассейнов общими являются 28 видов рыб, что составляет порядка 58% от общего числа видов региональной ихтиофауны. Сходство фауны рыб в трех бассейнах на территории Вологодской области подтверждается высокими значениями коэффициентов Съеренсена, составляющими около 80%. Близость видового состава рыбного населения водоемов трех бассейнов в значительной степени обусловлена миграциями рыб по судоходным водным путям, объединившим прежде изолированные водные системы (Коновалов и др., 2015 а, б).

Необходимо отметить, что ихтиофауна каждого из трех бассейнов на территории Вологодской области по видовому составу ближе к водоемам тех же бассейнов в соседних регионах. Так, соответствующие значения коэффициентов Съеренсена при сравнении видовых списков ихтиофауны водоемов, принадлежащих к одинаковым бассейнам, варьируют от 85 до 90%. Основной причиной этого является наличие в каждом бассейне комплекса только ему присущих видов рыб и миног. Так, в водоемах и водотоках бассейна Каспийского моря это – тюлька, быстрянка, подуст, озерный гольян и вьюн; в Балтийском бассейне – речная минога, кумжа, палия, трехиглая колюшка, пестроногий подкаменщик и четырехрогий бычок, а в Беломорском – миноги камчатская и сибирская, нельма. Кроме того, общими для всех трех бассейнов являются 22 вида, которые встречаются в каждом из шести сравниваемых видовых списков.

Многолетние изменения соотношения рыб основных фаунистических комплексов региона хорошо отражаются в динамике общих уловов рыбы в водоемах Вологодской области. В частности, сокращается доля в уловах и общая биомасса рыб арктического пресноводного фаунистического комплекса, тогда как соответствующие показатели у рыб бореального равнинного и пресноводных понтического и амфибореального комплексов растут. Основной причиной наблюдаемых перестроек является ускорение в последние десятилетия естественной сукцессии, связанной с вытеснением представителей холодноводной ихтиофауны и их замещением на экологически более пластичные виды, характерные для бореальной зоны и более южных широт. Причем ускорение сукцессии рыбного населения в водоемах области происходит за счет многолетней трансформации климата на территории региона с выраженным трендом к потеплению (Болотова, 2012 б; Коновалов, Борисов, 2015). Потепление климата в свою очередь приводит к повышению роли тепловодных видов в рыбной части сообществ водоемов региона, следствием которого стало закономерное увеличение их доли в общих уловах с 53% от общего в 1970-е гг. до 77% в 2010 – 2014 гг. Причем климатические изменения особенно благоприятствуют тепловодным рыбам, нерестящимся на затопленных растениях, чему способствует обилие в регионе мелководных водоемов интенсивно зарастающих высшей водной растительностью. Тенденция к повышению биомассы рыб-фитофилов хорошо прослеживается в многолетнем увеличении их доли в общих уловах в Вологодской области на фоне снижения промысловой значимости рыб, предпочитающих другие типы нерестового субстрата. В целом за последние десятилетия в водоемах региона наиболее быстро увеличиваются количественные показатели популяций относительно тепловодных видов рыб, одновременно являющихся фитофилами по типу предпочитаемого нерестового субстрата, доля которых в общих уловах в Вологодской области возросла с 35% в 1970-е гг. до 59% в начале 2010-х гг.

В результате различных форм антропогенного воздействия 8 видов рыб к настоящему времени утратили свои популяции в регионе или в отдельных водных бассейнах (Коновалов и др., 2014). Кроме того, все обитающие в Вологодской области виды миног и свыше 30 видов рыб могут быть отнесены к категории редких и уязвимых. Из них порядка 10 видов в настоящее время практически потеряли промысловое значение. Из ценных видов рыб, сохранивших важную роль в промысле, наибольшее опасение вызывает состояние популяций корюшки, ряпушки, сига, налима, а в озере Белом также и судака. В отношении популяций видов, находящихся в регионе под угрозой исчезновения (стерлядь, нельма, озерный лосось и др.) необходимо принятие специальных управленческих решений не только по ограничению эксплуатации и охране местообитаний, но и по организации искусственного воспроизводства.

В Красные книги России (2001) и Вологодской области (2010) в настоящее время включены 12 видов из числа редких и уязвимых в регионе. Так, в списки обоих документов занесены кумжа (беломорско-балтийский подвид), нельма, хариус

европейский (популяции бассейна Верхней Волги), быстрянка, подкаменщик обыкновенный. Список видов Красной книги России (2001), вероятно встречавшихся в Вологодской области, включает исчезнувших с территории региона каспийскую миногу и атлантического осетра, а также исчезающие субпопуляции озерного лосося притоков Онежского озера. В Красную книгу Вологодской области (2010) также внесены исчезнувший в регионе русский осетр, сокращающая численность в водных объектах области стерлядь, а также близкие к исчезновению из бассейна озера Воже сиг и ряпушка.

Литература

Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2003. Т. 1. 379 с. Т 2. 253 с.

Болотова Н.Л. Влияние водных путей, соединяющих водосборы, на пространственно-временную картину инвазионного процесса (на примере водных экосистем Вологодской области) // Пробл. регион. экологии. 2012 а. № 6. С. 185–189.

Болотова Н.Л. Последствия изменения климата таежной зоны для фаунистических комплексов рыб в крупных озерах Вологодской области // Вестник ВГПУ. Серия Естественные науки. Вологда: ВГПУ, 2012 б. С. 50–53.

Болотова Н.Л., Коновалов А.Ф., Борисов М.Я., Думнич Н.В. Естественные и антропогенные факторы формирования популяций рыб-вселенцев в водных экосистемах Вологодской области // Рос. журн. биол. инвазий. 2010. № 3. С. 13–32.

Зеленецкий Н.М. Об изменении ихтиофауны Дарвинского заповедника за 60-летний период // Тр. Дарвин. гос. природ. биосфер. заповедника. 2006. Вып. XVI. С. 188–193.

Ильмаст Н.В. Рыбное население пресноводных экосистем Карелии в условиях их хозяйственного освоения: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М.: ИПЭЭ РАН, 2012. 44 с.

Козьмин А.К., Шатова В.В. Акклиматизация судака в водоемах Архангельской области // Тез. докл. VIII съезда гидробиол. общ-ва РАН. Т. II. Калининград, 2001. С. 40–41.

Коновалов А.Ф. Результаты акклиматизации судака в крупных озерах Вологодской области // Матер. III Междунар. науч. конф. «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды». Минск – Нарочь, 2007. С. 282–283.

Коновалов А.Ф. Современное состояние популяции судака Белого озера в условиях интенсивной промысловой нагрузки // Матер. III Міжнар. іхтіол. наук.-практ. конф. «Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології». Днепропетровск, 2010. С. 74–76.

Коновалов А.Ф. Акклиматизация рыб в водоемах Вологодской области и ее результаты // Вопр. рыболовства. 2014. Т. 15. № 2. С. 250–269.

Коновалов А.Ф., Борисов М.Я. Многолетняя динамика рыбного населения водоемов Вологодской области // Принципы экологии. 2015. № 4. С. 22–34.

Коновалов А.Ф., Борисов М.Я., Болотова Н.Л. Распространение редких и уязвимых видов рыб и круглоротых в водоемах Вологодской области // Вопр. рыболовства. 2014. Т. 15. № 1. С. 21–35.

Коновалов А.Ф., Борисов М.Я., Болотова Н.Л. Распространение новых видов рыб по судоходным водным путям в водоемах Вологодской области // Рос. журн. биол. инвазий. Российский Журнал Биологических Инвазий. 2015 а. № 2. С. 53–66.

Коновалов А.Ф., Борисов М.Я., Болотова Н.Л. Современное состояние фауны рыб и круглоротых в водоемах Вологодской области // Вопр. рыболовства. 2015 б. Том 16, № 2. С. 137–147.

Красная книга Вологодской области / Под ред. Н.Л. Болотовой и др. Т. 3. Животные. Вологда: Полиграф-Книга, 2010. 216 с.

Красная книга Российской Федерации. Животные. М.: АСТ Астрель, 2001. 862 с.

Новоселов А.П. Современное состояние рыбной части сообщества в водоемах Европейского Северо-Востока России: Автореф. дис. … докт. биол. наук. М.: ВНИИПРХ, 2000. 50 с.

Подольская А.В., Борисов М.Я. Инвазия ротана (*Perccottus glenii*) в водные объекты г. Вологды // Междунар. журн. приклад. и фундамент. исследований. 2012. № 1. С. 102.

Рыбы в заповедниках России / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2010. Т. 1. 627 с.

Studenov I., Novoselov A. The negative ecological impact of Pike-Perch self-settling on the Onega River System (the European North of Russia) // Abstr. 4th Europ. Conf. Biol. Invasions. Vienna (Austria), 2006. P. 248.

ABSTRACT. Overview of modern fish and cyclostomes fauna inhabiting waterbodies of Vologda region was described in the article. Differences in the distribution of different species of fish and cyclostomes freshwater waterbodies in basins of the White, Baltic and Caspian Seas were researched. The biomass and catches of fish of the Arctic freshwater faunal complex decrease in the water bodies of the Vologda region, but those of fish of the Boreal-plain and freshwater Pontian and Amphiboreal faunal complexes increase.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ВОЛГО-АХТУБИНСКОЙ ПОЙМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОБИТАНИЯ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

А.И. Кочеткова[1], О.В. Филиппов[2], Е.С. Брызгалина[2], М.С. Баранова[2]
[1]Волгоградское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Волгоград
[2]Волжский гуманитарный институт (филиал) ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», Волжский
AIKochetkova@mail.ru

Обилие водного питания – основа ландшафтного и биологического многообразия ООПТ «Волго-Ахтубинская пойма» [3,6,7]. Оценка обводнения поймы и исследование состояния водных биологических ресурсов в современных условиях – одно из главных направлений исследований, выполняемых коллективом кафедры природопользования ВГИ ВолГУ при поддержке Природного парка «Волго-Ахтубинская пойма» с 2001 года и Волгоградского отделения ГосНИОРХ. Базовая основа исследования – гидролого-экологический мониторинг, осуществляемый коллективами ежегодно, в различные фазы гидрологического года, более чем на пятидесяти водных объектах поймы.

В соответствии с базовыми представлениями о методе: моделирование – исследование объектов познания на их моделях; построение и изучение моделей реально существующих объектов, процессов или явлений с целью получения объяснений этих явлений, а также для предсказания явлений, интересующих исследователя.

Система из выше- и нижележащего поперечных створов (трансект) поймы и соединяющих их линий правого берега Ахтубы и левого берега Волги формирует единый замкнутый полигон, в котором вполне применимы водно-балансовые методы. Замкнутый полигон из «входных» и «выходных» створов позволяет определить ***ресурсы вод, аккумулированных на территории полигона по итогам каждого отдельно взятого половодья*** и, тем самым, ***дать объективную оценку условиям водного питания этих половодий***. В условиях принятого нами полигона, входными трансектами являются: «Средняя Ахтуба – Краснослободск» и «правый берег рук. Ахтуба»; выходными: «Ленинск – Покровка» и «левый берег р. Волга». Общая площадь полигона составляет 993,9 км² [4,6,7].

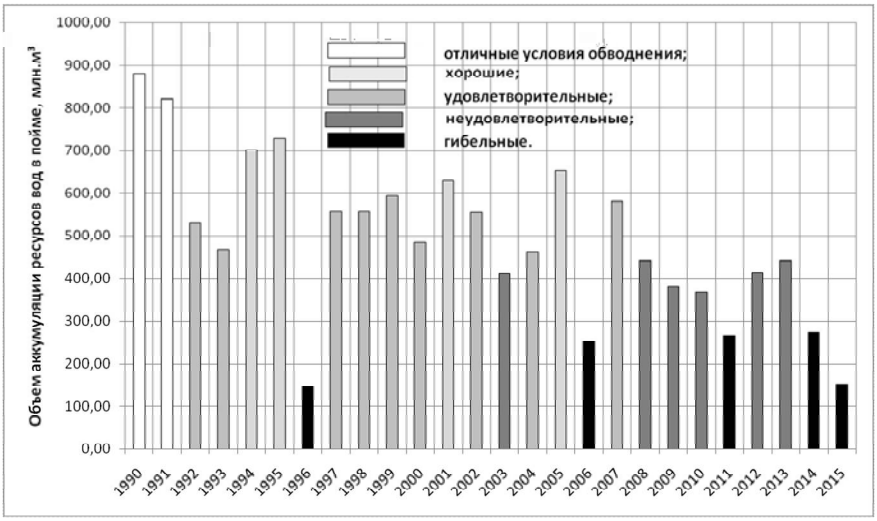


Рисунок 1 - **Аккумуляция стока воды на пойме по итогам половодий 1990-2015 гг.**

На рис. 1 приведена интегральная диаграмма, позволяющая сопоставить половодья 1990-2015 гг. по условиям аккумуляции стока воды на пойме, полученная на основе метода водного баланса для репрезентативного полигона, завершающего комплексную модель стока для всего исследуемого участка ООПТ [1,7,8].

Состав рыбного населения пойменных водоемов ВАП очень динамичен. Основу ихтиофауны рыбохозяйственных водоемов поймы в современный период составляют виды, наиболее приспособленные к выживанию в крайне неблагоприятных условиях дефицита водных ресурсов: окунь, плотва, щука, лещ, густера, красноперка. В условиях, имеющих тенденцию ухудшения состояния среды обитания водных биологических ресурсов, особенно в период 2014-2015 гг., преимущество получает наиболее приспособленный вид – карась.

Что касается, другого направление исследований, которое неосуществимо без применения методов моделирования – ***восстановление отдельных водных объектов, или их систем***. Рассмотрим подходы к восстановлению на примере оз. Запорное.

Пространственная модель озерной котловины или ***русла водотока*** – самый первый и необходимый шаг в решении задач, связанных с наполнением озёр и ериков поймы водой. В основе пространственного моделирования – гидроморфологические и топографо-геодезические методы, а также – методы ГИС. Конечным итогом пространственного моделирования озерной котловины являются ***кривые объемов*** и ***площадей***: $\mathbf{W = f_1(H)}$ и $\mathbf{S = f_2(H)}$, где **W** (объем озера) и **S** (площадь озера) являются функцией степени наполнения котловины, показателем которой является уровень воды в озере (**H**). Кривые – обязательный инструмент большинства экологических решений, основа экологического паспорта водоема.

Получение кривых для озерной котловины связано большей частью с топографо-геодезической съемкой прилегающего участка до горизонта высоких вод (ГВВ) (рис. 2) [2,5,8].

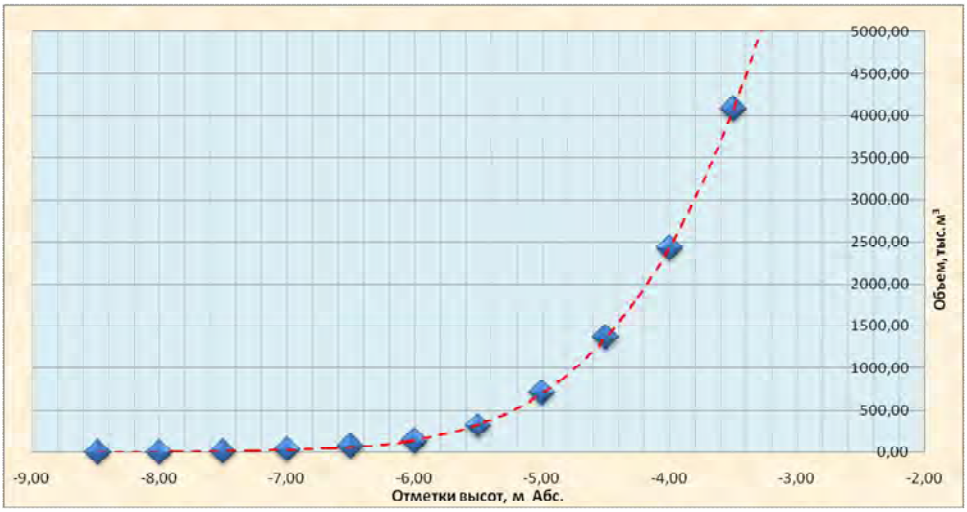


Рисунок 2 - **Кривая объемов озерной котловины Запорного**

Основа пространственного моделирования водотока – ***поперечный профиль русла*** в репрезентативном створе. В зависимости от изменчивости гидроморфологических параметров русла, число профильных сечений на водотоках поймы (ериках, протоках, рукавах) может достигать десятков и более. Не менее важный элемент пространственного моделирования русла – ***продольный профиль*** дна, полученный методами гидростатического или оптического нивелирования [2,5,8].

При назначении репрезентативных поперечных створов (ППС) с учетом гидро- морфологических особенностей русла, эффективно использование методов ГИС (рис. 3).

Для моделирования притока в систему ерика и отдельные ее секции используются ***методы гидравлики***. Наиболее характерны задачи, связанные с истечением воды через водоводы различных типов и форм с характерным набором гидравлических параметров.

Комплексная модель притока воды и наполнения русловой системы позволяет получить сравнительные данные условий обводнения:

а) *при рекомендуемой реконструкции системы*;

б) *в текущем ее состоянии (без реконструкции системы)*.

В качестве исходных данных для сравнительного анализа результатов моделирования могут быть использованы ***ретроспективные данные половодий***.

Для моделирования притока в систему ерика и отдельные ее секции также используются методы гидравлики.

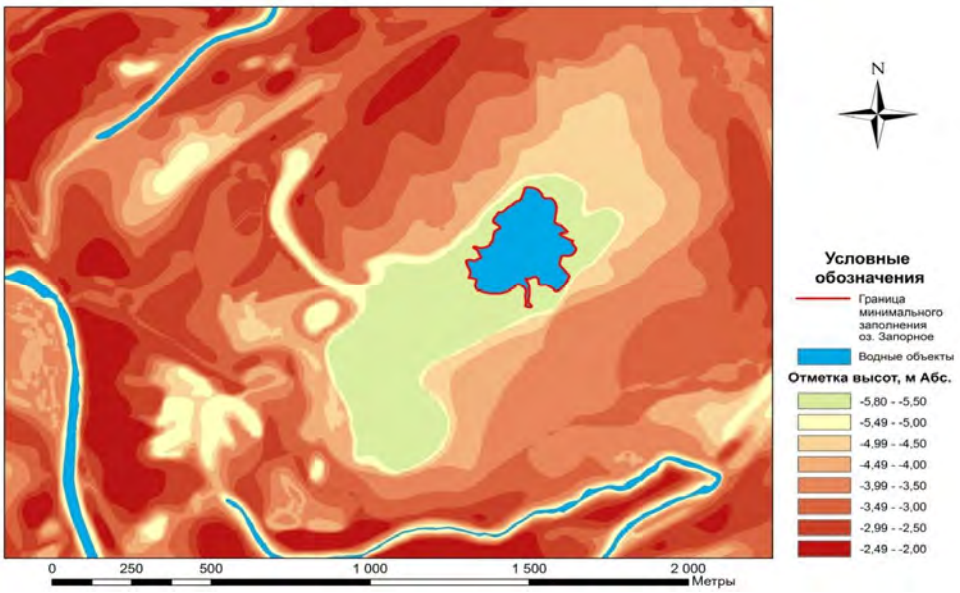


Рисунок 3 - **Участок оз. Запорное при уровне заполнения котловины – 5,8 м Абс.**

Практический опыт исследований коллективов авторов еще раз подтверждает, что метод моделирования при изучении процессов обводнения в пойме является эффективным и совершенно необходимым инструментом в решении задач сохранения ООПТ. Особенно актуально использование метода на участках территории с очень большим количеством разнотипных объектов и сложными условиями мониторинга, связанными с трудоемкостью и высокой затратностью при организации натурных наблюдений.

Литература

1. *Филиппов О.В., Виняр Т.Ю., Кочеткова А.И.* Современная динамика половодий и водное питание Волго - Ахтубинской поймы // Проблемы и перспективы устойчивого развития региона : VIII Регион. науч.-практ. конф., г. Волжский, 29-30 нояб. 2011 г. : сб. ст. - Волгоград : Волгогр. науч. изд-во.- 2011. - С. 121-125

2. *Баранова М.С., Филиппов О.В., Кочеткова А.И., Брызгалина Е.С.* Подходы к реанимации водотоков и водных систем Волго-Ахтубинской поймы (на примере Краснослободского водохозяйственного тракта) Грани познания : электронный научно-

образовательный журнал ВГСПУ. - 2015. - № 4(38). - С. 94-103. - Режим доступа: http://grani.vspu.ru/jurnal/40. - Дата обращения: 16.05.2016

3. *Филиппов О.В.* Волго-Ахтубинская пойма: особенности гидрографии и водного режима / О.В. Филиппов, В.В. Горяйнов, А.В. Плякин, Д.В. Золотарев // Волгоград : Волгогр. науч. изд-во, 2004. – 111 с.

4. *Филиппов О.В.* Математическое моделирование и управление техногенно-экологической безопасностью хозяйственных объектов Волго-Ахтубинской поймы / О.В. Филиппов, В.В. Горяйнов, А.В. Плякин // Эколого-экономическая безопасность и устойчивое развитие региона : тез. III Регион. науч.-практ. конф., г. Волжский, 27-28 нояб. 2003 г. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2003. – С. 44-46.

5. *Филиппов О.В.* Опыт восстановления деградированных ландшафтов и водных объектов Волго-Ахтубинской поймы: гидрологический аспект / О.В. Филиппов, Д.А. Солодовников, Д.В. Золотарев, С.Н. Канищев // Вестник Волгоградского государственного университета Серия 11. Естественные науки. – Волгоград: Издательство Волгоградского государственного университета - 2012. - № 2 (4). – С. 34-43.

6. *Филиппов О.В.* Особенности режима стока воды верховой части Волго-Ахтубинской поймы / О.В. Филиппов, А.В. Плякин, Д.В. Золотарев // Безопасность и устойчивое развитие Нижнего Поволжья : материалы 2-й регион. науч.-практ. конф., г. Волжский, 29 нояб. 2002 г. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2002. – С. 81-84.

7. *Филиппов О.В.* Экологическая безопасность ООПТ «Волго-Ахтубинская пойма» / О.В. Филиппов, А. А. Штукарева // Проблемы устойчивого развития и эколого-экономической безопасности региона: материалы докладов X Региональной науч.-практ. конф., г. Волжский, 28 ноября 2013 г. - Краснодар : Парабеллум, 2014. - С. 87-90.

8. *Филиппов О.В.* Электронная модель затопления Волго-Ахтубинской поймы при различных гидрографах специального весеннего попуска Волжской ГЭС и водоснабжения рукава Ахтуба на основе технологий геоинформационных систем / О.В. Филиппов, С.С. Храпов, А.В. Хоперсков, М.А. Еремин, Д.В. Гусаров, А.В. Плякин, Д.В. Золотарев, Н.М. Кузьмин // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 1, Математика. Физика. - 2007-2008. - № 11. - С. 201-207.

ABSTRACT. The paper describes the approaches to the rehabilitation of degraded water bodies and watercourses northern part of the Volga- Akhtuba floodplain using modeling techniques . Results compiled on the basis of these models the recommendations to improve the conditions of watering of the objects.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КРИОКОНСЕРВАЦИИ СПЕРМАТОЗОИДОВ РЫБ

А.А. Красильникова, А.М. Тихомиров
Южный научный центр Российской академии наук, Ростов-на-Дону
alexandra.kras@yandex.ru; tixomirov41@mail.ru

В настоящее время возможно создание искусственных условий глубокого холода, в которых достигается обратимая остановка жизнедеятельности клеток, пребывающих в состоянии суспензий. В процессе низкотемпературного консервирования клетки подвергаются воздействию целого комплекса стрессовых факторов, которые вызывают структурные и функциональные изменения различных субклеточных систем. Данные процессы могут развиваться на этапе, предшествующем замораживанию, в зоне положительных температур в присутствии криопротекторов, а также под влиянием охлаждения и/или отогрева. Основными причинами, инициирующими повреждения клеток при воздействии низких температур являются образование вне- и внутри-клеточных кристаллов льда, которые разрушают клеточные структуры и солевой (осмотический) шок, вызывающий повышение концентрации солей в клетке (Белоус, Грищенко, 1994).

Пределы восстановления жизнедеятельности в значительной степени определяются эффективностью примененных криопротекторов. В связи с этим, интерес к криозащитным веществам и исследованиям механизмов их действия не ослабевает.

Криозащитные вещества, используемые при замораживании, недостаточно систематизированы, а предложенные классификации основаны на описании лишь отдельных свойств химических соединений. Так, по классификации Лавлока (1954), в основу которой положен один из показателей механизма криозащиты - способность проникать внутрь клетки, все известные криопротекторы разделяются на экзо- и эндоцеллюлярные. Однако ее нельзя считать общей, так как клеточная проницаемость веществ для различных клеток неоднозначна, а защитный эффект может быть достигнут при применении соединений как проникающих, так и непроникающих в клетки (Белоус, Грищенко, 1994).

Описанию различных криопротекторов посвящена обширная отечественная и зарубежная литература, в которой уделено внимание главным образом морфологической и функциональной сохранности биологических объектов, особенностям развивающихся явных и латентных повреждений отдельных клеточных структур после замораживания-отогрева, а также технологическим аспектам процесса криоконсервирования. Вместе с тем, анализ накопленных данных убеждает в том, что все известные криопротекторы, в том числе обеспечивающие высокую сохранность клеток и тканей после замораживания, не лишены определенных недостатков.

Основная задача криозащитных сред состоит в связывании внутриклеточной воды в клетках. Однако, криопротекторы, помимо защитного, оказывают также и токсическое действие на клетки, что является стрессовым фактором. Известно, что многие, наиболее часто используемые криопротекторы, такие как диметилсульфоксид (ДМСО), 1,2-пропандиол (1,2-ПД), глицерин (ГЛ), являются пертурбантами плазматических мембран и обладают способностью заменять гидратную воду, стабилизирующую конформацию белков, липидов и других биомолекул. Токсичность данных веществ рассматривается с точки зрения гипотезы денатурации белков, согласно которой криопротекторы связывают воду, препятствуя тем самым нормальной гидратации белков и других макромолекул. В результате стресса, вызванного действием любого химического вещества на живую клетку, нарушается липидный бислой мембран, изменяется активность ферментных комплексов, что, в конечном счете, влияет на структурно-функциональное состояние мембран клеток и органелл, обладающих окислительно-восстановительной функцией (Белоус, Грищенко, 1994).

Указанные обстоятельства обосновывают дальнейший поиск криопротекторов и совершенствование таким образом возможности низкотемпературной консервации.

В настоящее время до сих пор не разработаны научно обоснованные принципы составления криозащитных сред. В связи с этим нуждаются в пересмотре ряд установленных ранее положений, конкретизация которых может способствовать повышению выживаемости репродуктивных клеток рыб после двойного температурного шока и получению надежной технологии, пригодной для использования в промышленных масштабах.

Является целесообразным использовать криопротекторы в строго дозированных соотношениях клетка-протектор, т.к. излишнее количество криопротектора, как токсиканта негативно действует на качество сперматозоидов после двойного температурного шока. Таким образом, дозированное количество эндоцеллюлярного протектора в составе криозащитного раствора, необходимого для связывания внутриклеточной жидкости в половых клетках, должно повысить качество дефростированного материала.

Объектом исследования служили репродуктивные клетки самцов русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) и белуги (*Huso huso* Linnaeus, 1758), , полученные в период нерестовой кампании.

Семенную жидкость собирали в стеклянные емкости, затем помещали их в сумку-холодильник и перевозили в лабораторию при температуре +4 °С, где осуществляли все операции. Определение качества спермы проводили визуально с использованием микроскопа и видео окуляра с выходом на монитор компьютера. Сперму оценивали по внешнему виду (цвет, консистенция), время жизни устанавливали с помощью секундомера.

Низкотемпературное консервирование репродуктивных клеток самцов осетровых рыб проводили согласно разработанной ранее методики (Белая, Тихомиров, 2013).

Для спермы осетровых рыб использовали криораствор, содержащий многокомпонентный базовый раствор, сахарозу, маннит, яичный желток, диметилсульфоксид (ДМСО), приготовленный в прохладном помещении при температуре 16-18 °С, используя охлажденную посуду и дистиллированную воду. Однако, в криозащитной среде было скорректировано содержание ДМСО (для сперматозоидов белуги его количество составило 3%, для русского осетра – 4%), в зависимости от установленного ранее количества внутриклеточной воды в сперматозоидах (Красильникова, 2015). Семенную жидкость смешивали с криозащитной средой, воздействовали низкочастотным электрическим прямоугольным раздражителем, амплитудой 150 мВ и частотой 20 Гц в течение 1 минуты, затем замораживали.

Размораживали ампулы в дистиллированной воде при температуре 38 ºС. Отмывку от криопротектора осуществляли в физиологическом растворе с применением электростимуляции оболочек клеток сперматозиодов частотой 300 Гц). Выходным показателем являлось время жизни сперматозоидов после дефростации.

При замораживании семенной жидкости белуги в криосреде стандартного состава, содержащей 10% проникающего криопротектора – диметилсульфоксида (ДМСО), время жизни спермиев составило 26,2 ± 1,4 мин. При криоконсервации с измененным его количеством произошло увеличение выживаемости сперматозоидов (рис. 1).

Время жизни спермиев белуги при замораживании в криозащитном растворе с уменьшенным количеством протектора проникающего действия увеличилось на 20%.

Аналогичные результаты получены при замораживании спермы русского осетра (рис. 2).

Продолжительность жизни спермиев русского осетра, замороженных в криозащитном растворе, содержащем 4% диметилсульфоксида увеличилась на 47%, по сравнению с традиционным составом среды.

Установлена эффективность снижения объемов отравляющих веществ в составе криозащитной среды для сперматозоидов осетровых видов рыб, что в свою очередь уменьшило токсическое действие последней на объект и привело к повышению времени жизни дефростированных клеток у белуги на 20%, у русского осетра – на 47%. Полученные результаты позволяют рекомендовать корректировку концентрации проникающих протекторов в криозащитном растворе в зависимости от количества внутриклеточной воды для повышения выживаемости репродуктивных клеток самцов рыб после двойного температурного шока.

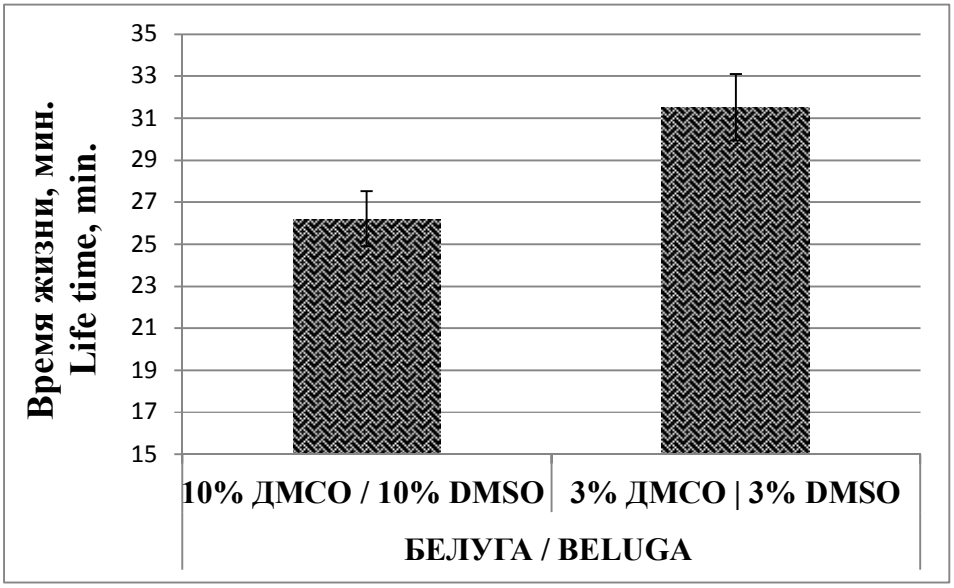


Рисунок 1 **- Выживаемость сперматозоидов белуги после дефростации различия достоверны при α=0,05**

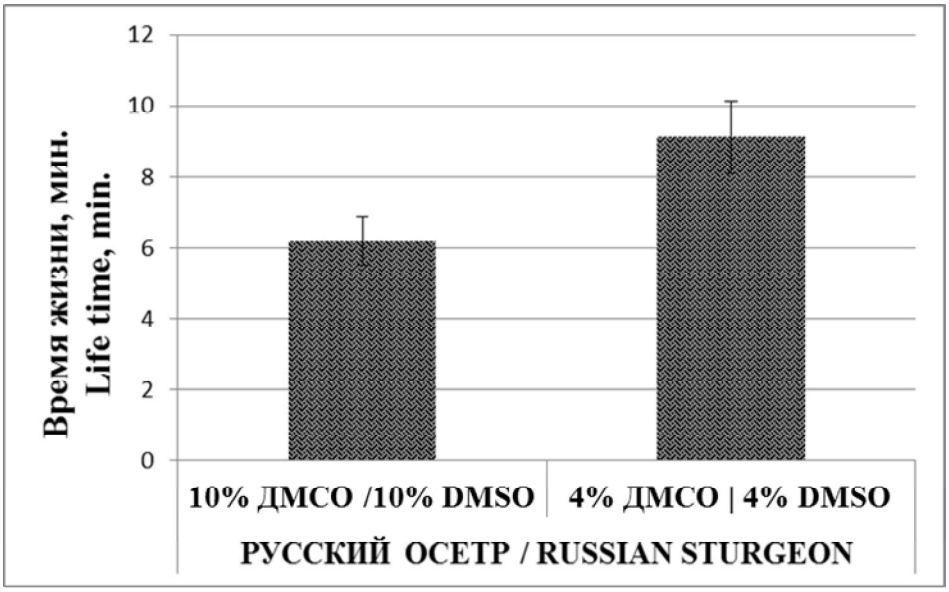


Рисунок 2 - **Выживаемость сперматозоидов русского осетра после дефростации различия достоверны при α=0,05**

Работы выполнены в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» по проекту «Разработка методов и технологий мониторинга, управления и сохранения биологического разнообразия водных экосистем южных регионов России» (соглашение № 14.604.21.0129 от 20.10.2014 г., уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) RFMEFI60414X0129), № государственной регистрации 114111940059).

Литература

Белоус А.М., Грищенко В.И. Криобиология. Киев: Наукова думка, 1994. 432 с.

Lovelock J.E. Biophysical aspects of the freezing and thawing of living cells // Proc. Roy. Soc. Med. 1954. V. 47. P. 60.

Белая М.М., Тихомиров А.М. Научно-методические рекомендации по сохранению биологического разнообразия южных морей РФ с применением современных методов криоконсервации репродуктивных клеток рыб. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. 14 с.

Красильникова А.А. Совершенствование процесса криоконсервации репродуктивных клеток самцов рыб: автореферат дис. ... кандидата биологических наук: 06.04.01 / Красильникова Александра Андриановна; [Место защиты: Астраханский государственный университет].- Астрахань, 2015.- 24 с.

ABSTRACT. The material for the study were sperm of Russian sturgeon (Acipenser gueldenstaedtii Brandt&Ratzeburg, 1833) and Beluga (Huso huso Linnaeus, 1758), obtained during the spawning campaign. The aim of this study was to determine the possibility of changes in cryoprotective medium volume fraction endocellular protector depending on intracellular fluid contained in the sperm of sturgeon. Shows the effectiveness of reducing the toxic effect of substances in the composition of the cryoprotective medium, which in turn reduced the toxic effect on spermatozoa and resulted in increased life time of defrosted cells Beluga at on 20,23%, Russian sturgeon – 47,33%. Results allow to recommend the adjustment of the concentration endocellular protector in the cryoprotective solution for sperm of sturgeon fish.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА ДЛЯ АКТИВАЦИИ ВЫКЛЕВА АРТЕМИИ *ARTEMIA* SP.

Н.В. Кряхова, Н.П. Ковачева
Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), Москва, nvkryachova@mail.ru

В аквакультуре одним из самых ответственных этапов, определяющих дальнейший успех выращивания рыб и ракообразных, является период раннего развития. На этом этапе основную задачу составляет правильный подбор стартовых кормов. Наряду с комбикормами используются живые корма, среди которых наиболее часто применяют суточные науплии жаброногого рачка *Artemia* sp. Этот вид корма имеет ряд несомненных преимуществ таких, как высокое содержание белков и липидов с полиненасыщенными жирными кислотами (Ивлева, 1969; Devresse et al., 1990), а также относительная простота инкубации науплиев и возможность их получения непосредственно перед скармливанием.

При инкубации цист артемии выклев науплиев может быть относительно невысоким. Для стимуляции выклева часто используют различные способы активации. Одним из наиболее распространенных активаторов является раствор пероксида водорода. На данный момент существует два способа использования пероксида водорода в качестве активатора выклева: вымачивание цист в растворе и добавление активатора непосредственно в раствор. Первый способ применяется чаще. Однако при таком методе расход активатора очень велик. В литературных источниках приведены различные данные об оптимальном количестве пероксида водорода, необходимого для добавления в инкубационный раствор, но в каждом источнике приведено свое оптимальное количество активатора. Согласно этим данным необходимое количество активатора составляет до 1 мл на литр инкубационного раствора (А.с. 712065…, 1980; Литвиненко и др., 2009). Различия в количестве пероксида водорода, рекомендованного для активации, можно объяснить тем, что оптимальное количество активатора зависит от качества конкретной партии цист артемии, для которой он используется. Целью данной работы было проверить эту гипотезу, а также определить оптимальное количество активатора в инкубационном растворе для повышения выклева науплиев артемии.

Материал и методика

Проведено два эксперимента по определению воздействия раствора пероксида водорода на выклев артемии.

Определение оптимального количества активатора. Исследованы две партии цист артемии. Цисты размещали в 1,5-литровых инкубационных емкостях, установленных в термостатирующий аквариум, поддерживающий температуру

на уровне 28 ºС. Было сформировано 6 вариантов, различающихся количеством вносимого активатора на 1 литр инкубационного раствора: 0,4, 0,8, 1,2, 1,6, 2,0 мл/л и контроль (без внесения активатора). Активатором являлся 3% раствор пероксида водорода. Каждый вариант эксперимента выполнен в трех повторностях. Инкубационный раствор представлял собой пресную воду с добавлением поваренной соли. Соленость раствора составила 30‰. Спустя 24 часа из каждой емкости отбирали 10 проб объемом 1 мл, пробы фиксировали 6% раствором формальдегида и просматривали под бинокулярным микроскопом МБС-9. Эксперимент проведен для каждой партии цист.

Влияние избыточных количеств раствора пероксида водорода. Материалом послужили цисты артемии партии 1. Сформировано 3 варианта, отличавшихся количеством вносимого в инкубационный раствор пероксида водорода: 0,4 (контрольный вариант), 4 и 8 мл/л. Каждый вариант выполнен в трех повторностях. Методика приготовления раствора и инкубации соответствовала описанной выше.

В обоих экспериментах отмечали количество различных степени вылупления в каждой пробе: невыклюнувшихся цист, частично покинувших оболочку цист науплиев («парашюты»), науплиев во внутренней оболочке и свободно плавающих науплиев. В каждой пробе выклев определяли как соотношение науплиев (свободно плавающих, «парашютов» и во внутренней оболочке) к сумме всех объектов, включая невыклюнувшиеся цисты. Результаты обработаны в программах Microsoft Excel и Statistica 6.0. Достоверность различий определяли по t-критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение

После обработки проб получены результаты, представленные на рисунках ниже. В ходе определения выклева обнаружены закономерности, независящие от партии цист. Выклев в контрольных вариантах обеих партий без добавления активатора был ниже как минимум в 1,5 раза (рис. 1). Внесение пероксида водорода привело к увеличению выклева, при этом максимальный результат отмечен при внесении пероксида водорода в количестве 0,4 мл/л раствора: он оставил 71,75±1,56% для партии 1 и 90,69±2,78% для партии 2 (рис. 1).

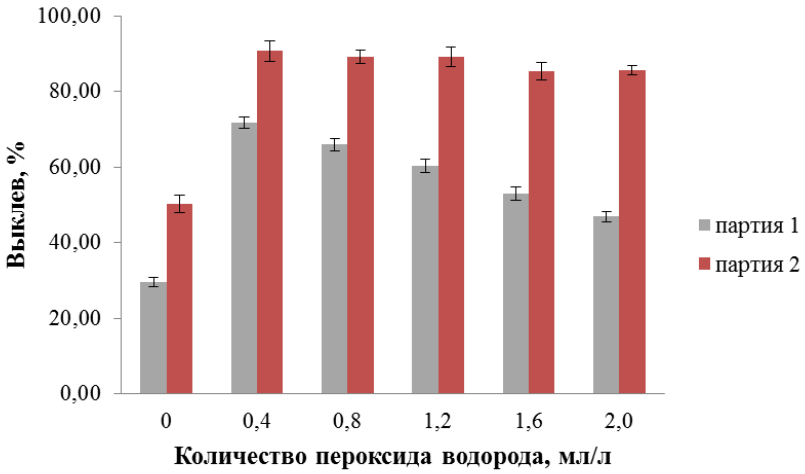


Рисунок 1 - **Показатели выклева науплиев артемии в зависимости от количества пероксида водорода**

Увеличение количества пероксида водорода приводит к снижению показателей выклева в обеих партиях. Однако при сравнении полученных результатов в динамике выклева двух образцов заметны различия. При инкубации партии 1 повышение количества пероксида выше 0,4 мл/л вызвало устойчивое снижение выклева, тогда как при инкубации второго образца показатели выклева во всех вариантах с добавлением активатора оставались очень близкими, и снижение было крайне незначительным.

После инкубации цист наиболее ценной составляющей раствора являются свободно плавающие науплии артемии. Находясь в толще воды, именно они служат кормом для разных видов гидробионтов. «Парашюты» и науплии, находящиеся во внутренней оболочке, в растворе постепенно опускаются на дно выростной емкости и по этой причине в большинстве случаев кормом не являются. Так как именно количество свободно плавающих науплиев может служить итоговой характеристикой эффективности выклева, рассмотрим каково соотношение тех составляющих инкубационного раствора, которые определяются как выклев (свободно плавающих науплиев, «парашютов» и науплиев, находящихся во внутренней оболочке) (рис. 2).

В контрольных вариантах обоих образцов, не подвергавшихся воздействию активатора, свободно плавающие науплии составляют основную часть. Доля же науплиев, оставшихся во внутренней оболочке, и «парашютов» крайне мала – не более 4,5%. Такое соотношение характерно для обеих партий артемии. С увеличением количества пероксида водорода доля свободно плавающих науплиев сокращается, а науплиев, находящихся во внутренней оболочке, и парашютов увеличивается.

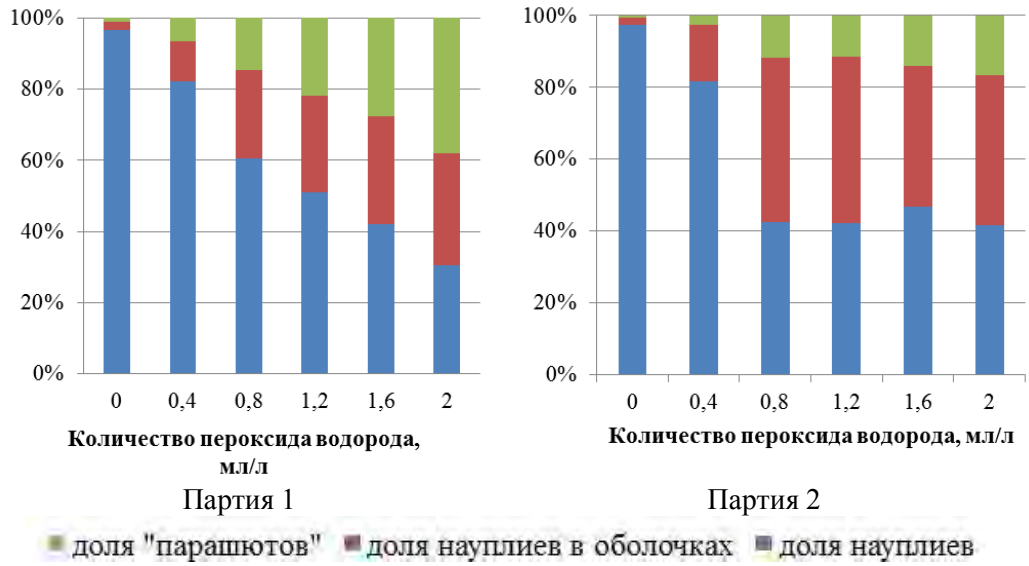


Рисунок 2 - **Сравнение результатов выклева науплиев артемии двух партий цист**

В литературных источниках упоминается механизм воздействия пероксида водорода на цисты артемии, основанный на том, что пероксид является источником кислорода в инкубационном растворе в виде его активной формы, поскольку по мере инкубации обогащения кислородом в молекулярной форме может быть недостаточным (Литвиненко и др., 2009). Дополнительное внесение кислорода способствует более активному вылуплению науплиев. Пероксид водорода представляет собой соединение, которое разлагается на воду и кислород под воздействием катализаторов. Катализаторами могут служить ионы некоторых металлов, а также такие ферменты, как каталаза и пероксидаза. Каталаза входит в состав клеточных мембран, поэтому при контакте цист артемии с пероксидом водорода возникает реакция разложения последнего (Мирошниченко, 1992). При этом происходит окисление внешней оболочки цисты, что облегчает науплиям выход из твердой оболочки. Видимо, в случае, когда в растворе содержится большее количество активатора, происходит воздействие уже на внутреннюю оболочку и, возможно, на сам науплиус. Это может привести к нарушению обменных процессов в организме науплиуса, что вызывает его угнетение и в дальнейшем гибель.

Это достаточно наглядно демонстрируют результаты эксперимента с избыточными количествами пероксида водорода (рис. 3).

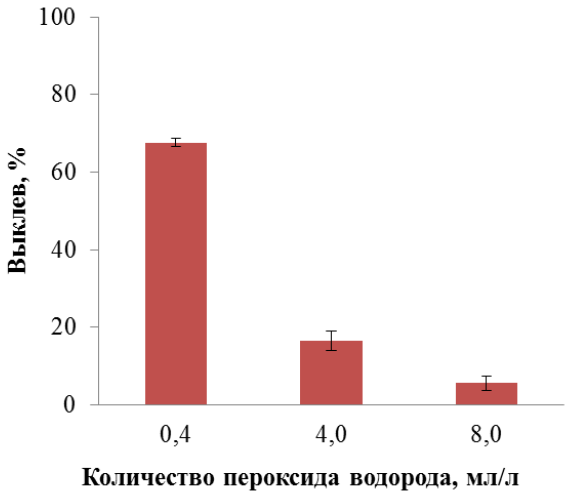


Рисунок 3 - **Влияние избыточного количества активатора на выклев науплии артемии**

В контрольном варианте эксперимента (0,4 мл/л) выклев артемии достаточно высок и составляет 67,7±1,16%, тогда как десятикратное увеличение количества активатора (4,0 мл/л) приводит к снижению выклева до 16,54±2,44%, а двадцатикратное (8,0 мл/л) – до 5,61±1,82%. Более того, при десятикратном увеличении активатора в инкубационном растворе находятся лишь единичные свободно плавающие науплии, а при двадцатикратном их нет вообще. В этих двух вариантах выклев составляют только науплии, находящиеся во внутренней оболочке, а также «парашюты». При этом, при повышении количества пероксида водорода количество науплиев во внутренней оболочке уменьшается, а «парашютов» - увеличивается.

Полученные в результате эксперимента данные подтверждают выраженную ранее гипотезу. Повышенное количество пероксида водорода вызывает сокращение количества свободно плавающих науплиев в растворе и увеличение доли «парашютов» и науплиев, находящихся во внутренней оболочке. Этот активатор способствует выходу науплиев из оболочки цисты. Однако, находясь в растворе в большом количестве, он воздействует на науплиус, в результате чего, науплиус прорывает оболочку цисты, но пройти через ткань внутренней оболочки ему не удается.

Различия в полученных результатах выклева среди двух протестированных партий могут говорить о различной плотности внешней хитиновой оболочки цисты. Скорее всего, оболочка цист партии 2 более тонкая, и благодаря этому науплиям легче пройти сквозь нее. Следовательно, при повышенных количествах активатора

его воздействие на внутреннюю оболочку и на сам науплиус скажется быстрее. И это подтверждает меньшее количество свободно плавающих науплиев при повышении количества пероксида водорода.

Исходя из полученных данных по выклеву артемии при различных вариантах концентрации пероксида водорода, можно сказать, что минимальное содержание активатора в инкубационном растворе (0,4 мл/л) способствует наибольшему выклеву, а повышение его количества приводит к снижению показателя. Кроме того, для многих видов гидробионтов, для кормления которых используется артемия, важно постоянное нахождение кормовых объектов в толще воды, то есть, необходим тот вариант условий инкубации, при котором количество свободноплавающих науплиев максимально. Из протестированных нами вариантов количества пероксида водорода наиболее оптимальным является 0,4 мл активатора на литр инкубационного раствора, причем данный результат независим от качества цист артемии.

Литература

А.с. 712065 (СССР) Способ активации яиц ракообразных / И.Б. Богатова, З.И. Шмакова, опубл. В БИ. – 1980. - №4.

Ивлева И.В. Биологические основы и методы культивирования кормовых беспозвоночных. М.: Наука, 1969. – 171 с.

Литвиненко Л.И., Литвиненко А.И., Бойко Е.Г. Артемия в озерах Западной Сибири. – Новосибирск, Наука, 2009. – 304 с.

Мирошниченко О.С. Биогенез, физиологическая роль и свойства каталазы. / Биополимеры и клетка, 1992. – Т.8. – №3. – С. 3-25.

Devresse B., Romdhane M.S., Buzzi M., Rasomo J., Leger P., Brown J., Sorgeloos P. Improved larviculture outputs in the giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* fed a diet of *Artemia* enriched with n-3 HUFA and phospholipids // World Aquaculture, 1990. – V.21. - №2. – P. 123-125.

ABSTRACT. The effect of 3% hydrogen peroxide solution on the Artemia sp. cysts was studied as a hatching activator. We examined the following amounts: 0.4, 0.8, 1.2, 1.6, 2.0, 4.0 and 8.0 ml per liter of incubation solution. Two different batches of Artemia cysts were used for exploring the impact of batch quality on hatching. It was found that optimum amount of hydrogen peroxide providing the maximum hatching is 0.4 ml / liter of solution.

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЛИЧИНОК И СЕГОЛЕТОК ЕРША *GYMNOCEPHALUS CERNUUS* LINNAEUS, 1758 В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ВОЛЖСКОГО ПЛЕСА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 1967- 2014 гг.

В.А. Кузнецов., В.В. Кузнецов
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Vladimir_kuznetsov@mail.ru

Ерш – массовый малоценный вид рыб внутренних пресноводных водоемов, с одной стороны, являющийся конкурентом в питании ценных промысловых видов таких, как лещ Abramis brama (L.) и стерлядь Acipenser ruthenus L., а с другой, сам служит объектом питания для хищных рыб. Кроме этого данный вид вызывает интерес в связи с его интродукцией в целый ряд водоемов не только в Европе, но в Северной Америке (Maitland, East, 1989). Например, в оз. Ламонд (Шотландия) ерш, проникнув туда в 1982 г. к 1987 г. увеличил свою численность до 91,6% среди 17 видов рыб местной фауны.

В условиях Средней Волги наиболее подробные сведения по биологии ерша содержатся в работе А.И. Шмидтова, В.В. Варфоломеева (1952), а в Куйбышевском водохранилище имеются материалы по его размножению и росту (Кузнецов, 1970, 1978, 2005).

Целью данного сообщения является рассмотрение динамики численности личинок и сеголеток ерша в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в 1967-2014 гг.

Материал, послуживший для данной работы, собран в 1967-2014 гг. в верхней части Волжского плеса в районе низовий Свияжского залива Куйбышевского водохранилища. В прибрежье личинок ловили сачком диаметром 30 см (газ № 15), а в пелагиали – конической сетью ИКС-80. Численность личинок, пойманных в прибрежье, пересчитывали на одно усилие орудия лова (сачок) в экз., а в пелагиали на 5 мин лова конической сетью на постоянных станциях, а также на 1 $м^3$. Методы количественного учета молоди опубликованы нами ранее (Кузнецов, 1985). Сеголеток ловили мальковой волокушей 12 м длиной с ячеей в кутке 2,5 мм. Численность сеголеток рассчитана в экз. на одно усилие орудия лова. Этапы развития приведены по В.В. Васнецову (1953). Статистическая обработка данных проводилась по руководству И.Ф. Лакина (1990). В статье приведены следующие статистические показатели: $M \pm m$ – средняя арифметическая величина и ее ошибка; CV, % коэффициент вариации; $r \pm m_r$ - коэффициент корреляции и его ошибка; n = количество данных.

Для ерша характерно порционное икрометание (Кузнецов, 1978), и он использует для откладки икры, как прибрежные участки водохранилища, так и открытые нерестилища, расположенные в пелагиали. Колебание численности личинок ерша на этапах развития $A\text{-}D_1$ в Свияжском заливе Куйбышевского

водохранилища в 1967-2014 гг. в литорали и пелагиали приведено на рис. 1. Между показателями численности на одно усилие орудия лова в пелагиали и в прибрежье достоверной связи не обнаружено (r = -0,07). Наиболее высокие величины показателей численности личинок ерша в пелагиали были в 1967-1968 гг., когда были низкие величины абсолютных отметок уровня воды в весенний период (52,0 и 52,2 м; НПГ -53 м). Выделяются по численности личинок в пелагиали также 2001, 2005 и 2014 гг. Если уровень воды весной 2001 г. был выше отметки НПГ, то 2014 г характеризовался низкой средней абсолютной отметкой уровня (51,8 м). В прибрежье наибольшие величины численности личинок ерша отмечены весной 1979, 2006 и 2012 гг. Весна 1979 г. была самой полноводной за все время существования Куйбышевского водохранилища. Как видно из данных рис. 1 величины средней численности личинок ерша в пелагиали на одно усилие орудия лова было больше, чем в прибрежье, но для лова личинок в этих биотопах использовались разные орудия лова.

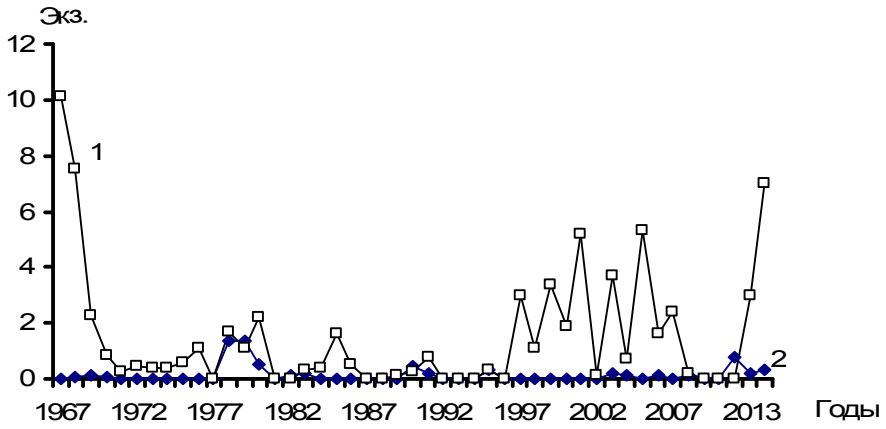


Рисунок 1 – **Численность (экз. на усилие) личинок ерша, выловленных в пелагиали (1) и прибрежье (2) верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в 1967-2014 гг.**

В табл. 1 приведены средние величины численности личинок ерша в прибрежье и в пелагиали, как в пересчете на одно усилие орудия лова, так и на 1 м^3 процеженной воды. По этим данным на 1 м^3 воды в среднем личинок ерша было больше в прибрежье. Однако следует учитывать, что объем воды в пелагиали значительно больше, чем в прибрежье.

Таблица 1 - **Показатели средней численности личинок и сеголеток ерша в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в 1967-2014 гг.**

Показатели	Личинки				Сеголетки	
	Прибрежье		Пелагиаль		Июль	Сентябрь
	Экз. на усилие	1 м^3	Экз. на усилие	1 м^3	Экз. на усилие	Экз. на усилие
M ± m	0,14 ± 0,04	1,97	1,53 ± 0,33	0,06	1,22 ± 0,45	0,54 ± 0,19
CV,%	220,3	-	146,4	-	232,4	237,0
Min	0	-	0	-	0	0
Max	1,38	-	10,1	-	18,3	8,0
n	47	47	47	47	47	47

Зависимость численности личинок ерша от факторов среды в период его размножения можно рассмотреть по данным табл. 2. В прибрежье более высокие отметки уровня воды весной обеспечивают высокие значения численности личинок ерша. Коэффициент корреляции имеет положительную направленность (r = 0,31) и достоверен для уровня значимости 0,05. Зависимость температуры воды в мае при положительном значении коэффициента корреляции с числом личинок ерша статистически оказалась недостоверной. В этот же период (табл. 2) в пелагиали количество личинок этого вида не определяется колебаниями уровня воды, а с температурой воды имеет даже отрицательную связь, но она также недостоверна.

Колебание численности сеголеток ерша по летним и осенним учетам молоди рыб в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в 1967-2014 гг. приведено на рис. 2. По учетам сеголеток ерша в июле наибольшие значения количества их отмечено в 1979, 1988, 2006 и 2012 гг. (от 3,3 до 18,3 экз. на усилие). Как видно из табл. 2 коэффициент корреляции связи численности сеголеток в этот период с уровнем воды также имеет положительную направленность, как это наблюдалось и в отношении количества личинок в прибрежье, и достоверен для уровня значимости 0,05. В среднем количество сеголеток ерша по летним учетам было больше в 1967-2014 гг., чем их по учетам в сентябре.

Таблица 2 - **Зависимости численности (экз. на усилие) личинок и сеголеток ерша от средних значений уровня и температуры воды в период его размножения в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в 1967-2014 гг.**

Показатели	Численность, экз.			
	Личинки		Сеголетки	
	Прибрежье $r \pm m_r$	Пелагиаль $r \pm m_r$	Июль $r \pm m_r$	Сентябрь $r \pm m_r$
Уровень воды в мае, м	0,31 ± 0,13	-0,07 ± 0,15	0,37 ± 0,13	0,13 ± 0,15
Температура воды в мае, °С	0,10 ± 0,15	-0,26 ± 0,14	0,10 ± 0,15	0,24 ± 0,14

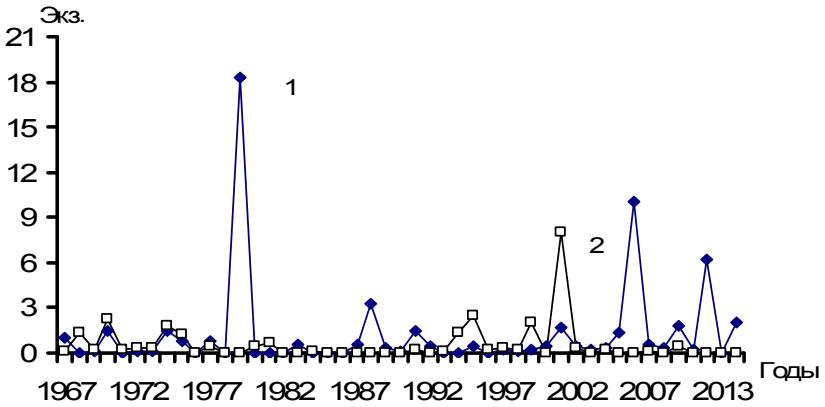


Рисунок 1 – **Численность (экз. на усилие) сеголеток ерша по летним (1) и осенним (2) учетам рыб в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в 1967-2014 гг.**

Кроме этого зависимость числа сеголеток в сентябре с уровнем воды в период его нереста была низкой и недостоверной.

Между численностью личинок в прибрежье и количеством сеголеток ерша в июле существует достоверная (r = 0,56) связь (табл. 3), а подобная зависимость с количеством сеголеток в сентябре отсутствует. Это, видимо, связано с особенностями распределения сеголеток летом и осенью. В летний период сеголетки ерша придерживаются в основном прибрежных участков водохранилища, а осенью они начинают мигрировать в более глубокие участки водоема.

Таблица 3 - **Значения коэффициента корреляции между численностью (экз. на усилие) личинок и сеголеток ерша в верхней части Волжского плеса Куйбышевского водохранилища в 1967-2014 гг.**

Фактор	Личинки (экз.)		Сеголетки (экз.)	
	Прибрежье - 1	Пелагиаль - 2	Июль -3	Сентябрь – 4
1	-	-0,01	0,56	-0,12
2	-0,01	-	0,01	0,21
3	0,56	0,01	-	-0,04
4	-0,12	0,21	-0,04	-

Таким образом, в процессе формирования экосистемы Куйбышевского водохранилища ерш освоил как прибрежные, так и открытые нерестилища. В среднем численность личинок ерша в пелагиали больше, чем в прибрежье. Эффективность размножения ерша в прибрежье зависит от колебания уровня воды в период размножения, а в пелагиали подобная связь отсутствует, что вместе

с порционным характером икрометания и ранним половым созреванием способствует поддержанию его численности в водохранилище.

Литература

Васнецов В.В. Этапы развития костных рыб // Очерки по общим вопросам ихтиологии. М.: Изд-во АН СССР, 1953. С.207-217.

Кузнецов В.А. Места нереста, распределения личинок и эффективность размножения окуневых в Свияжском заливе Куйбышевского водохранилища // Вопр. ихтиологии., 1970. Т. 10. Вып. 6. С. 1068-1075.

Кузнецов В.А. Особенности воспроизводства рыб в условиях зарегулированного стока реки. Казань.: Изд-во Казан. ун-та, 1978. 160 с.

Кузнецов В.А. Рыбы Волжско-Камского края. Казань.: Идель-Пресс, 2005. 200 с.

Лакин И.Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.

Шмидтов А.И., Варфоломеев В.В. Значение ерша (Acerina cernuua) в рыбном хозяйстве и его морфо-биологические возможности в Нижней Каме и Средней Волге // Уч. зап. Казан. ун-та, 1952. Т. 112. Кн. 7. С. 85-116.

Maitland P.S., East K. An increase in humbers of ruffe, Gymnocephalus cernuas (L.) in Soottich loch from 1982 to 1987 // Aqucult. and Fich Manag. 1989/ V. 20. N 2. P. 227-228.

ABSTRACT. The dynamics of the number of larvae and fingerlings ruff in Sviyazhsk Bay of the Kuibyshev reservoir in 1967-2014 gg. It is shown that the ruff mastered for spawning as coastal and open spawning. On average, the pelagic larvae ruff was greater than in the coastal zone. The number of larvae and fingerlings in the coastal zone depends on the water level fluctuations, and in the water column have found no connection.

СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВИДОВОГО СОСТАВА И ЧИСЛЕННОСТИ ЛИЧИНОК РЫБ В ВОЛЖСКОМ И КАМСКОМ ПЛЕСАХ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В.А. Кузнецов, В.В. Кузнецов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, vladimir_kuznetsov@mail.ru

В условиях водохранилищ эффективность размножения большинства видов рыб определяется режимом уровня и температурой воды в период размножения (Кузнецов, 1978). Однако в связи со спецификой состояния прибрежных биотопов отдельные районы водоема могут отличаться возможностями воспроизводства рыб. С этой целью в данном сообщении проводится сравнение видового состава и численности личинок рыб в Волжском и Камском плесах Куйбышевского водохранилища.

Материал по видовому составу и численности личинок в этих плесах собирали весной 2007 и 2013 гг. В Волжском плесе приводятся данные за оба года, собранные в низовьях Свияжского залива, а в Камском - за 2007 г. в районе п. Берсут, а в 2013 г. – районе г. Чистополь. В прибрежье лов личинок осуществляли сачком диаметром 30 см (газ № 15), а в пелагиали – конической сетью (ИКС 80) по ранее предложенной методике (Кузнецов, 1985). Численность личинок пересчитывали на одно усилие (экз.) сачка, а в пелагиали - за 5 мин. лова конической сетью с моторной лодки. В качестве показателей видового состава личинок использовали: число видов, показатель обилия, который означал процент доминирующего вида от улова всех личинок, а также индекс видового разнообразия Шеннона (Жилюкас, Познанскене, 1985). Этапы развития личинок рыб приведены по В.В. Васнецову (1953).

Весна 2007 г. характеризовалась в мае прибылью воды в водохранилище от абсолютной отметки 51,8 м (нормальный подпорный горизонт – 53 м) в первых числах месяца до отметки 53,4 м в его конце. Среднее же значение абсолютной отметки уровня воды в мае этого года равнялось 52,6 м, а средняя температура воды – 12,8 ºС. Весной 2013 г. также в мае наблюдалась прибыль воды от абсолютной отметки 52,6 м в начале месяца до 53,2 м к началу июня (среднее значение уровня воды составило 53,2 м, а температуры воды – 13,9 ºС). Хотя весной 2013 г. отметки уровня воды были несколько выше, чем в 2007 г., но его колебания носили сходный характер. Прибыль воды в течение мая месяца для многих видов рыб бывает благоприятной для нереста. В июне в оба года наблюдалось некоторое падение уровня воды.

Видовой состав личинок рыб и их численность в Волжском и Камском плесах Куйбышевского водохранилища в 2007 и 2013 гг. приведены в табл. 1.

Таблица 1 - **Соотношение видов (%) и численность (экз. на усилие) личинок рыб в прибрежье Волжского и Камского плесов Куйбышевского водохранилища**

Вид	Годы наблюдений и плесы							
	2007 г.				2013 г.			
	Волжский		Камский		Волжский		Камский	
	Экз.	%	Экз.	%	Экз.	%	Экз.	%
Язь	8,9	1,3	2,7	0,9	13,5	8,8	2,1	0,6
Жерех	-	-	-	-	1,2	0,8	0,7	0,2
Плотва	573,4	82,0	272,8	92,6	109,9	71,3	227,0	64,2
Лещ	34,4	4,9	8,3	2,8	16,9	11,0	54,1	15,3
Синец	-	-	6,7	2,3	0,4	0,2	-	-
Елец	1,5	0,2	-	-	3,0	1,9	-	-
Густера	48,8	7,0	-	-	8,1	5,3	69,7	19,7
Уклея	31,5	4,5	-	-	0,7	0,5	-	-
Серебряный карась	1,1	0,2	-	-	-	-	-	-
Чехонь	-	-	4,0	1,4	-	-	-	-
Щука	-	-	-	-	0,4	0,2	-	-
Всего	699,6	100	294,5	100	154,1	100	353,7	100

Доминирующим видом среди личинок рыб в обоих плесах в эти годы была плотва Rutilus rutilus (L.), второе место занимал лещ Abramis brama (L,) или густера Blicca bjoerkna (L.). В 2007 г. эффективность размножения и видовое разнообразие оказалось выше в Волжском плесе. Показатель обилия имел высокие значения в обоих плесах (табл. 2) и в соответствие с этим индекс Шеннона – низкие величины. В Камском плесе наряду с лещём было отмечено эффективное размножение синца Abramis ballerus (L.). В прибрежье ловились также личинки чехони Pelecus cultratus (L.).

Весной 2013 г. в литорали (табл. 1) за счет личинок плотвы, густеры и леща общая численности их оказалась выше в Камском плесе, но большее число видов способствовало возрастанию значения индекса видового разнообразия Шеннона в Волжском плесе (табл. 2). В этом плесе из ранненерестующих видов успешно отнерестился язь Leuciscus idus (L.) и щука Esox lucius L.

Таким образом, в прибрежье обоих плесов среди личинок рыб доминировала плотва. При сходных гидрологических условиях в эти годы различия в численности отдельных видов не носили глубоких различий, но все же индекс видового разнообразия Шеннона оказался несколько выше в Волжском плесе

В соответствии с методическими указаниями А.Ф. Коблицкой (1966) и В.А. Кузнецова (1985), учитывая продолжительность этапов развития (А – $С_1$) личинок и время инкубации икры при данной температуре воды, можно рассчитать сроки откладки икры отдельных видов рыб. Весной 2007 г. плотва и лещ в Волжском плесе нерестились в конце первой и начале второй декады мая. В Камском плесе начало нереста плотвы было отмечено 5 мая, а леща – 7-8 мая. В 2013 г. плотва откладывала икру в Волжском плесе с 4 мая, а лещ – с 6-8 мая. В Камском плесе начало нереста этих видов протекало в близкие с Волжским плесом сроки.

Таблица 2 - **Показатели видового разнообразия личинок рыб в прибрежье Волжского и Камского плесов Куйбышевского водохранилища**

Показатели	Годы наблюдений и плесы			
	2007 г.		2013 г.	
	Волжский	Камский	Волжский	Камский
Число видов	7	5	9	5
Показатель обилия, %	82,0	92,6	71,3	64,2
Индекс Шеннона, бит	1,08	0,52	1,68	1,36

В пелагиали в Волжском и Камском плесах учеты личинок были проведены в 2007 г. (табл. 3). В Волжском плесе лов личинок конической сетью осуществляли в начале июня (3 – 10 VI), и в связи с этим личинки окуневых отсутствовали в уловах, т.к. они уже после этапа D_2 мигрировали в прибрежье. В Камском плесе наблюдения велись 28-29 мая, что позволило учесть личинок, как окуневых, так и карповых рыб. Это определило относительно высокое значение в пелагиали общей численности личинок в этом плесе, хотя индекс видового разнообразия Шеннона в обоих районах имел сходные значения. В Волжском плесе он составил 2,16 бит, а в Камском – 2,21 бит. В пелагиали, как мы отмечали ранее (Кузнецов, 1975), преобладали личинки окуневых рыб и, прежде всего, это был окунь Perca fluviatilis L. На втором месте среди окуневых в этот год был берш Stizostedion volgense (Gmelin). У карповых рыб преобладали личинки плотвы. Следует отметить, что в пелагиали пойманы личинки серебряного карася Carassius auratus (L.), что свидетельствует об освоении этим видом кроме прибрежных, и открытых нерестилищ.

Таблица 3 - **Соотношение видов (%) и численность (экз. на усилие) личинок рыб в пелагиали Волжского и Камского плесов Куйбышевского водохранилища весной 2007 г.**

Вид	Волжский плес		Камский плес	
	Экз.	%	Экз.	%
Окунь	-	-	13,8	50,2
Берш	-	-	2,7	9,8
Ерш	-	-	1,5	5,5
Судак	-	-	0,4	1,5
Язь	0,1	9,9	-	-
Плотва	0,1	9,9	6,0	21,5
Лещ	0,3	19,6	1,8	6,5
Уклея	0,4	30,3	-	-
Серебряный карась	-	-	1,0	3,6
Бычок-кругляк	-	-	0,3	1,1
Тюлька	0,4	30,3	-	-
Всего	1,3	100	27,5	100

Наличие в пелагиали Камского плеса по сравнению с Волжским более высоких величин численности личинок леща и плотвы говорит о том, что здесь более широко используются рыбами для нереста открытые нерестилища. Присутствие в уловах типичного пелагофила – тюльки Clupeonella cultriventris (Nordmann) в Волжском плесе связано с более поздними сроками сбора материала в этом участке водохранилища.

В заключении следует отметить, что в условиях, когда экосистема Куйбышевского водохранилища с начала 90-х годов прошлого столетия перешла в фазу дестабилизации (Кузнецов, 1997), в рыбном сообществе произошли негативные явления, которые отрицательно сказались на воспроизводительных возможностях основных промысловых рыб. Произошла, кроме этого, и структурная перестройка рыбного населения, а именно в уловах доля крупного частика заметно снизилась, а роль мелкочастиковых рыб увеличилась (Кузнецов, 2005). Анализ видового состава и численности личинок рыб в Волжском и Камском плесах показал, что доминирующим видом здесь является плотва и высокой численностью обладает густера. Количество личинок леща, как основного промыслового вида рыб в водохранилище, в прибрежье в 2007 г. в Волжском плесе составило в уловах 34,4 экз. на промусилие, а в 2013 г. в Камском плесе - 54,1 экз. Эти данные свидетельствуют о том, что величины пополнения запасов леща, хотя и уступают по численности плотве и густере, но оно относительно устойчивое. Основное значение для воспроизводства рыб играют прибрежные нерестилища, но важно также и то, что освоение открытых нерестилищ карповыми видами рыб способствует стабилизации их воспроизводства.

Индекс видового разнообразия личинок рыб в прибрежной зоне имел несколько большие величины в Волжском плесе, но в пелагиали в 2007 г. численность личинок была больше в Камском плесе. Все это говорит о том, что, несмотря на наличие общих тенденций в колебании численности личинок рыб в этих плесах, имеются и определенные специфические черты.

Литература

Васнецов В.В. Этапы развития костистых рыб // Очерки по общим вопросам ихтиологии. М.: Изд-во АН СССР, 1953. С. 207-217.

Жуликас В.Ю. ,Познанскене Д.А. Таблицы для подсчета индекса видового разнообразия по Шэннону-Уиверу // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Вильнюс: Ин-т зоол. и паразитологии АН ЛитССР. 1985. Ч. 5. С. 130-136.

Коблицкая А.Ф. Изучение нереста пресноводных рыб. М.: Пищев. пром-сть, 1966. 110 с.

Кузнецов В.А. Динамика численности и выживаемости молоди пресноводных рыб. Казань: Изд-во Казан. ун – та, 1975. 72 с.

Кузнецов В.А. Особенности воспроизводства рыб в условиях зарегулированного стока реки. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1978. 160 с.

Кузнецов В.А. Количественный учет молоди рыб в водохранилищах и озерах (методические подходы и возможности) // Типовые методики исследования продуктивности видов в пределах их ареалов. Вильнюс: Ин-т зоол. и паразитологии АН ЛитССР. 1985. Ч. 5. С.26-35.

Кузнецов В.А. Изменение экосистемы Куйбышевского водохранилища в процессе его формирования // Водные ресурсы, 1997. Т. 24, № 2. С. 228-233.

Кузнецов В.А. Изменение некоторых структурных характеристик рыбного населения Куйбышевского водохранилища в 1975-2002 гг. // Вопр. рыболовства, 2005. Т. 6. № 4. С. 630-636.

ABSTRACT. The species composition and abundance of fish larvae in the litoral and pelagic zone of the Volga and Kama reaches Kuybyshev reservoir in 2007 and 2013 gg. Recognizing that in both stretch amongst larvae of fish by dominant species is a roach. The Second place in beach occupies the bream or silver bream by identical factor hydrological regimen in these years. Value of the index of the aspectual variety Shannon in the coastal area were higher in the Volzhsk reach, and in the number of pelagic larvae was greater in Kamsk reach.

БИОТЕХНИКА ВЫРАЩИВАНИЯ СЕГОЛЕТКОВ КАРПА В ПРУДОВЫХ ХОЗЯЙСТВАХ БЕЛАРУСИ

Т.М. Курапова[1], В.Ю. Канаш[2], Е.А. Куликовский[3], О.А. Марынюк[4]
[1,2]Калининградский государственный технический университет, Калининград,
[3]ОАО «Рыбхоз «Волма», Минская обл. Червенский р-н, п/о Озерный,
Республика Беларусь
[4]ОАО «Рыбхоз «Солы», Гродненская обл. Сморгонский р-н, д. Солы, Республика Беларусь
[1]vadimka.kanash@mail.ru; [2]tkurapova@inbox.ru

Рыбохозяйственная деятельность в Республике Беларусь осуществляется по двум основным направлениям: рыбоводство (в индустриальных и прудовых условиях) и ведение рыболовного хозяйства в рыболовных угодьях (Распоряжение…, 2010).

Стратегия государственной политики в сфере рыбохозяйственной деятельности определена Государственной программой развития рыбной отрасли на 2011–2015 гг., утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 7 октября 2010 г. № 1453. Государственной программой предусматривается реализовать комплекс мер по достижению в 2015 году объема производства товарной рыбы до 25,2 тыс. тонн.

Аквакультура страны включает: прудовое рыбоводство направленное на выращивание рыбы в прудах, садковые и бассейновые хозяйства, установки замкнутого цикла водообеспе-чения.

Общая площадь прудового фонда, находящегося в ведении различных организаций, занимающихся разведением рыбы, составляет 29,96 тыс. га.

Материалом для исследования служили данные по биотехнике выращивания сеголетков карпа в трех прудовых хозяйствах – «Волма», «Солы» и «Белое», расположенные на территории республики Беларусь.

Рыбхоз «Волма» – полносистемное рыбоводное карповое хозяйство с расчетной мощностью 950 тонн товарной рыбы. Хозяйство начиналось строиться в 1928 г. Первая продукция была получена в 1932 г. Общий прудовой фонд рыбхоза составляет 1553 га и состоит из нагульных прудов (1356 га), выростных (168 га), зимовальных (12 га), нерестовых (8,8 га) и др. Источником питания системы прудов водой является головной водоем, построенный в результате подпора р. Волма. Вся прудовая площадь в рыбокомбинате для выращивания товарной рыбы и посадочного материала разделена на три самостоятельных производственных участка. На сегодняшнее время мощность рыбхоза составляет 1550 т товарной рыбы. Разнообразен и видовой ассортимент живой рыбы: карп, карась, щука, амур, толстолобик, форель. Осваивается производство осетровых рыб.

Рыбхоз «Солы» – полносистемное прудовое карповое хозяйство с расчетной мощностью 100 тонн товарной рыбы. Хозяйство зарегистрировано в 1939 г. и было построено на основе уже имеющегося небольшого рыбоводного хозяйства, построенного в 1918 году. Общий прудовой фонд рыбхоза составляет 168 га, в том числе выростных прудов первого порядка – 26 га или 15,5%, выростных второго порядка – 68 га или 40%, нагульных – 74 га или 44%. Источником питания системы прудов водой является головной водоем, построенный в результате подпора р. Сикунка. Вся прудовая площадь в рыбокомбинате для выращивания товарной рыбы и посадочного материала разделена на два самостоятельных производственных участка. На сегодняшнее время хозяйство реализует карпа как товарную рыбу (порядка 100 т) и посадочный материал (2–3 млн. шт.).

Опытный рыбхоз «Белое» – полносистемное прудовое хозяйство с двухлетним оборотом выращивания товарной рыбы. Общая проектная площадь прудов составляет 1650 га, в том числе нагульных – 1274 га, выростных – 288 га, прудов других категорий – 87,6 га. Кроме нагульных и выростных площадей в рыбхозе располагаются 59 шт. зимовальных прудов площадью 23,7 га, 49 шт. нерестовых прудов площадью 6,9 га, 4 маточных прудов площадью 57 га, садковой базой на 300 т товарной рыбы.

Источником водоснабжения рыбхоза является р. Случь. Для подачи воды в пруды на реке построена насосная станция заглубленного типа, оборудованная тремя осевыми насосами. Насосная станция подает воду в оз. Белое через водоподающий канал. Площадь оз. Белое 213 га, максимальная глубина 12 м, объем воды 12 млн. $м^3$. Из озера вода подается в пруды самотеком. Производственная мощность рыбхоза рассчитана на получение 1700 т товарной рыбы и 7 млн. посадочного материала в возрасте сеголетков.

Зарыбление выростных прудов во всех рыбоводных хозяйствах проводят в начале мая. В качестве посадочного материала на рыбхозах «Волма» и «Солы» используют трехсуточных личинок карпа полученными полузаводским способом, а на хозяйстве «Белое» подрощенных личинок.

В рыбхозе «Волма» личинок карпа выращивают в прудах № 14-16 плотность посадки их в выростные пруды составила 70 тыс. шт./га (Курапова, 2015). В рыбхозе «Солы» трехсуточных личинок зарыбляют в выростной пруд В1, при плотности посадки 115 тыс. шт./га, а в рыбхозе «Белое» в среднем плотность посадки личинок карпа составила 102 тыс. шт./га (рисунок 1).

После посадки личинок через пять дней проводят первое удобрение выростных прудов минеральными удобрениями. В рыбхозе «Солы» внесение минеральных удобрений в первую половину вегетационного сезона чередуется с добавкой кормовых дрожжей, очередность внесения, которых составляет раз в пять суток. Применение кормовых дрожжей обусловлено низкой продуктивностью песчаных почв, на которых расположено хозяйство, что является биотехнической особенностью рыбхоза «Солы». В рыбхозах «Волма» и «Белое» кормовые дрожжи не вносят.

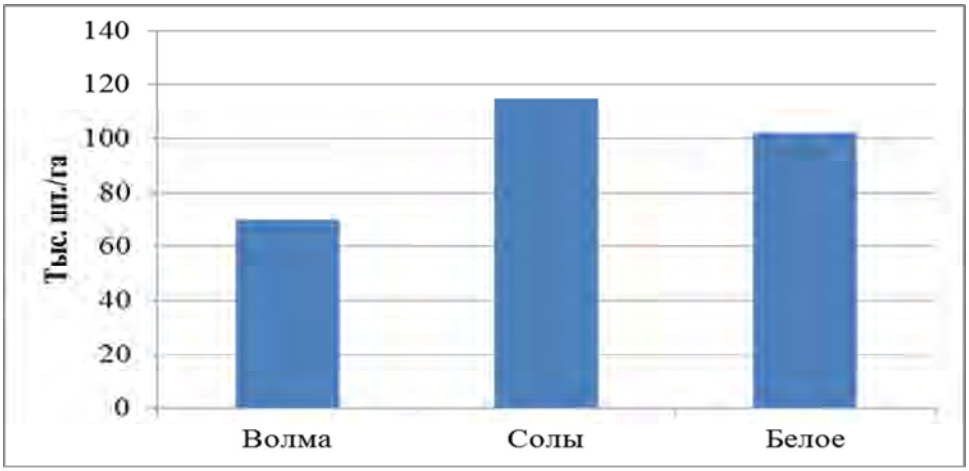


Рисунок 1 – **Плотность посадки личинок в выростные пруды**

За вегетационный период в 2014 г. в рыбхозе «Солы» всего было внесено 72 кг/га минеральных удобрений и 30 кг/га дрожжей, в рыбхозах «Белое» и «Волма» количество удобрений, затраченное в выростных прудах составило 201–265 кг/га. Такие различия обусловлены как различиями в площади прудов (самые маленькие в рыбхозе «Солы») так и в их количестве, в рыбхозе «Солы» два пруда, а например, в опытном рыбхозе «Белое» их 24 площадью от 6 до 34 га.

Кормление молоди карпа комбикормами было начато во всех рыбхозах при достижении молодью средней навески 2 г. С той лишь разницей, что в выростных прудах данной навески карп достигает в разные сроки, позже всего начали применять кормление в рыбхозе «Солы», который расположен во второй зоне рыбоводства.

Кормление карпа на всех рыбоводных хозяйствах проводят при помощи кормораздатчиков, которые устанавливают по кормовым точкам одна точка на 5 тыс. шт. молоди карпа. В течение периода нагула, кормовые места, как правило, меняют два – три раза.

В качестве стартового корма в рыбхозе «Солы» используют рецептуру комбикорма К-111-1, в хозяйстве «Волма» корм К-110-1, в опытном рыбхозе «Белое» используют высокобелковые корма рецептур ПК-ВИТ или ВБС-РЖ-81.

Всего на выращивание молоди карпа в 2014 году в рыбхозе «Солы» было затрачено 1,33 т/га, а в рыбхозе «Волма» 2,68 т/га (рисунок 3), а в рыбхозе «Белое» общее количество корма, затраченного для выращивания сеголетков карпа, составило 3,38 т/га, что связано с объемами производства посадочного материала.

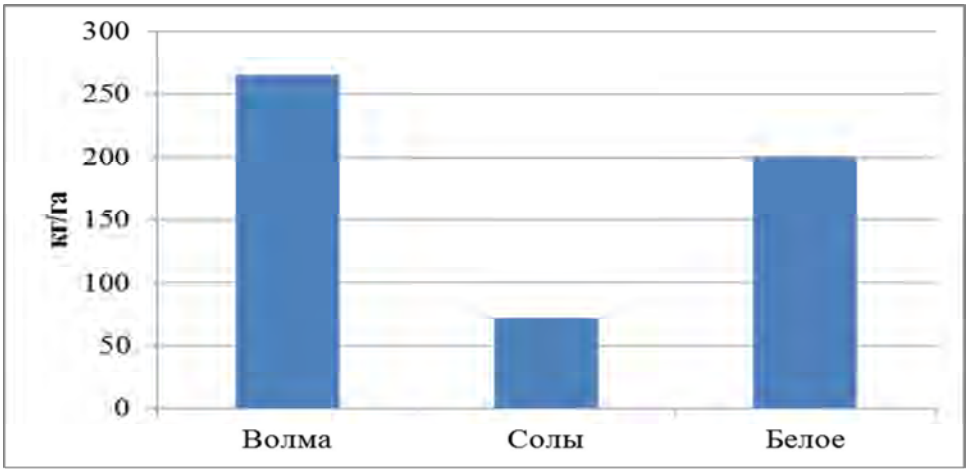


Рисунок 2 – **Расход удобрений на хозяйствах в течение вегетационного сезона**

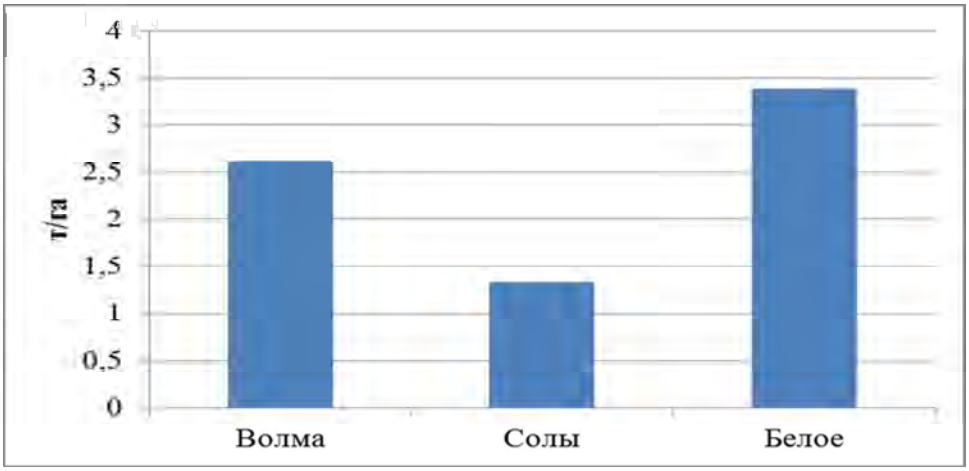


Рисунок 3 – **Расход кормов при выращивании сеголетков в выростных прудах**

Кормление карпа в ОАО «Рыбхоз Волма» производят до начала спуска выростных прудов, а в рыбхозе «Солы» и «Белое» производят только до начала октября (прекращают кормление за две-три недели до спуска прудов). Такая схема кормления позволяет получить сеголетка карпа запланированной средней навески и с хорошей упитанностью. И позволяют ему благополучно перезимовать и благоприятно влияют на выход двухлетков карпа от посаженных весной на нагул годовиков.

Спуск и облов выростных прудов начинают в октябре с падением температуры воды до 10 °С и заканчивают в ноябре.

В рыбхозе «Волма» из выростных прудов №14 – 16, было выловлено 696,57 тыс. шт. сеголетков карпа, средней навеской 26 г. Рыбопродуктивность по этим прудам составила 9,6 – 12,6 ц/га, что несколько ниже нормативных данных – 12 ц/га (Каспин, Гриневский… 1990). Снижение рыбопродуктивности в выростных прудах очевидно связано с низкой плотностью посадки - 45 тыс. шт./га и высокой степенью зарастаемости прудов. По результатам обловов выростных прудов выживаемость варьировала от 32,1 до 52,5% (рисунок 4). Кормовые затраты в этих прудах были 2,5 – 2,8 ед. соответственно.

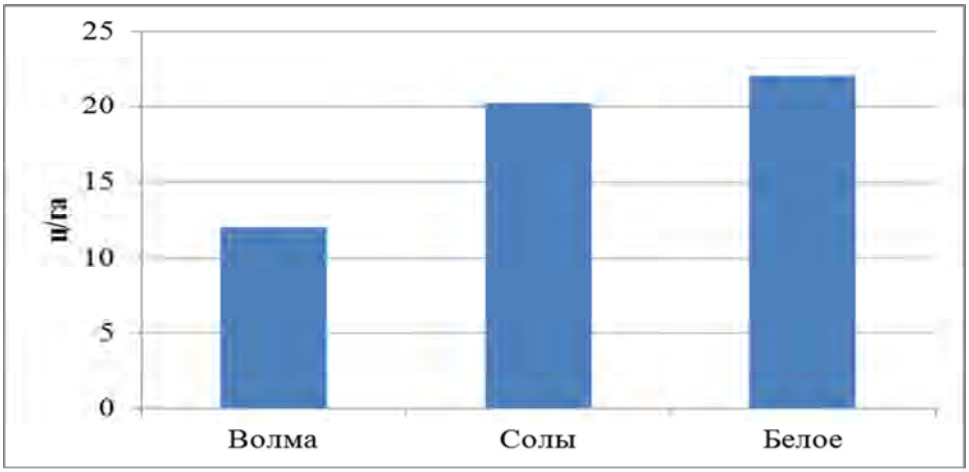


Рисунок 4 – **Рыбопродукция выростных прудов**

В рыбхозе «Солы» в 2014 г из выростного пруда В1 было выловлено 44,6 тыс. шт. сеголетков карпа общей массой 5,8 т, средней навеской 26 г. Выход сеголетков от зарыбленных личинок составил 39 %, что выше нормативной для второй рыбоводной зоны – 32 %. Рыбопродуктивность по карпу составила в 2014 году – 20,3 ц/га, в Кормовые затраты при выращивании сеголетков были во все года близки к 3,0.

На опытном рыбхозе «Белое» по результатам обловов в 2014 году из выростных прудов было выловлено 440,22 т, средняя масса составила 30 г, рыбопродуктивность вырастных прудов составляла 2,2 т/га. Выход сеголетков от подрощенных личинок во всех выростных прудах составлял в среднем 70%.

Таким образом, оценивая эффективность применяемой биотехники в трех рыбхозах Беларуси можно сделать следующие выводы:

1) Наибольший выход и рыбопродуктивность выростных прудов отмечается на рыбхозе Белое;

2) Лучшие показатели выживаепости также отмечены на рыбхозе Белое;

3) Наименьшие кормовые затраты отмечены на рыбхозе Волма, а наибольшие на рыбхозе Белое.

Вышеперечисленные показатели связаны с биотехникой применяемой на рыбхозах, Солы используют традиционную биотехнику, в рыбхозе Волма биотехника выращивания сеголетков карпа зависит от целей в результате которых определяют начальную плотность посадки и долю интенсификационных мероприятий, которые в конечном итоге отражаются на рыбопродуктивности. На опытном рыбхозе Белое при применении высокоинтенсивной технологии отмечают самую высокую выживаемость, что связано с зарыблением подрощенными личинками, наибольшую среднюю навеску и рыбопродуктивность, что связано с внедрением высокоинтенсивной технологии.

Литература

Курапова Т.М., Хрусталев Е.И., Молчанова К.А., Куликовский Е.А. Примерные схемы проведения нерестовой кампании на ОАО «Рыбхоз Волма» в республике Беларусь // Научные ведомости Белгород. гос. ун-та. Естественные науки. - № 9 (206). – Вып. 31. - Июнь 2015. - С. 66–72.

Гриневский Э.В., Каспин Б.А., Керштейн А.М. Проектирование рыбоводных предприятий. М.: Агропромиздат, 1990. 223 с.

Распоряжение Департамента министерства сельского хозяйства РБ на территории Беларуси при воспроизводстве карпа использовать полузаводской способ получения потомства независимо от рыбоводной зоны. – 2010. http://www.mshp.minsk.by/structure/branches/

ABSTRACT. The article describes data on the results of the cultivation of carp fingerlings in nursery ponds in the three fish farms in Belarus. The data on the cost of fertilizer, feed, as well as productivity of nursery ponds.

УДК 556.55

РЕГИОНАЛЬНЫЕ СРЕДНЕМНОГОЛЕТНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В.З. Латыпова[1], Н.Ю. Степанова[1], О.В.Никитин[1], Ф.М. Шакирова[2], С.А. Удачин[2], О.Ю. Тарасов[3], Е.Г. Мухаметшина[3]

[1]Казанский (Приволжский) федеральный университет, ecoanrt@yandex.ru
[2]Татарское отделение ФГБНУ «ГОСНИОРХ», shakirovafm@gmail.com
[3]Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, olta13@yandex.ru
[4]ФГБУ «Средволгаводхоз» по водному хозяйству Нижневолжского бассейнового водного управления Российской Федерации, dankate23.03.86@mail.ru

Введение

К числу важнейших проблем устойчивого функционирования сложившейся экологической системы и сохранения биологического разнообразия водохранилищ, обеспечения надежной работы водохозяйственных систем относятся вопросы формирования качества водных ресурсов, гидрохимические процессы в водных объектах (Куйбышевское…, 2007; Яковлев и др., 2012; Латыпова и др., 2012). Предлагаемые подходы последнего десятилетия к управлению качеством водных ресурсов включают учет региональных природных особенностей конкретного водоема (Куйбышевское…, 2007; Степанова, 2008; Шагидуллин, 2012). Качество водных ресурсов определяется воздействием природных (физико-географические условия водосборных бассейнов) и антропогенных (организованный и диффузный сток загрязняющих веществ с водосбора, выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, рекреация) факторов. Сложившийся к настоящему времени гидрохимический фон водных экосистем во многих случаях является природно-техногенным (Никаноров, Емельянова, 2005; Савичев, 2005; Никаноров и др., 2007; Куйбышевское…, 2007; Степанова, 2008).

С 2001 года в России в гидрохимической практике действуют Методические указания (РД …, 2001) расчета фоновых концентраций веществ в водотоках. За фоновую принимается (РД …, 2001) концентрация, «рассчитываемая применительно к данному источнику примесей в фоновом створе водного объекта при расчетных гидрологических условиях, учитывающая влияние всех источников примесей за исключением данного источника». Позднее в рамках создания подходов к расчету нормативов предельно допустимых сбросов в водные объекты разных типов (реки, озера, водохранилища и болота) О.Г. Савичевым (2005) была обоснована применимость расчетной формулы для водотоков по действующему РД (2001) к различного типа водным объектам и раскрыт ее физический смысл.

Под фоновым понимается (Савичев, 2005) условно равновесное состояние водного объекта (системы «вода - порода»), сформировавшееся под влиянием природных и антропогенных факторов за предшествующий статистически однородный период. Как правило, на практике фоновой концентрацией загрязняющего вещества считается статистически обоснованная верхняя доверительная граница среднего арифметического содержания этого вещества, рассчитанная с доверительной вероятностью 95% по результатам гидрохимических наблюдений в створе, не испытывающем воздействия выпуска сточных вод.

В данной работе приводятся результаты исследований, связанных с определением среднемноголетних значений показателей качества поверхностных вод Куйбышевского водохранилища в зонах полного смешения для оценки гидрохимического фона, сформировавшегося в водохранилище под влиянием природных геохимических особенностей территории и антропогенных факторов в период 2009–2012 гг.

Цель данной работы - на основе результатов экспедиционных и лабораторных исследований, систематизации и статистической обработки гидрохимической информации за период 2009–2012 гг. определить среднемноголетние значения показателей качества поверхностных вод Куйбышевского водохранилища в зонах полного смешения для оценки гидрохимического фона, сформировавшегося в водохранилище под влиянием природных геохимических особенностей территории и антропогенных факторов.

Материалы и методы исследования

В основу исследований положены многолетние экспериментальные данные о химическом составе поверхностных вод Куйбышевского водохранилища на 23 створах контроля (рис. 1) режимного мониторинга, осуществляемого аккредитованными лабораториями Казанского федерального университета (КФУ, 2009–2012 гг.); ФГУ по водному хозяйству «Средволгаводхоз» (ФГУ, 2009-2012 гг.) и Института проблем экологии и недропользования АН РТ (ИПЭН АН РТ, 2009-2011 гг.) по единым рекомендованным в сети государственной службы наблюдений Росгидромета методикам отбора и анализа проб воды по гидрохимическим показателям ($БПК_5$, ионы группы азота, железо общее, медь, никель, свинец, кобальт, марганец, нефтепродукты, фенолы, анионоактивные поверхностно-активные вещества (АПАВ), фосфаты). При сжатии информации в виде расчетных показателей индекса загрязненности воды (ИЗВ) (Методические…, 1988) и удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) для оценки качества загрязнения поверхностных вод (РД 52.24.643-2002) использовали принцип однородности рядов гидрохимических данных, предполагающий использование данных по постам наблюдений, размещенным в зонах полного смешения, вдали от техногенных источников загрязнения, и исключение данных, вызванных аварийными сбросами и сбросами в чрезвычайных погодных условиях.

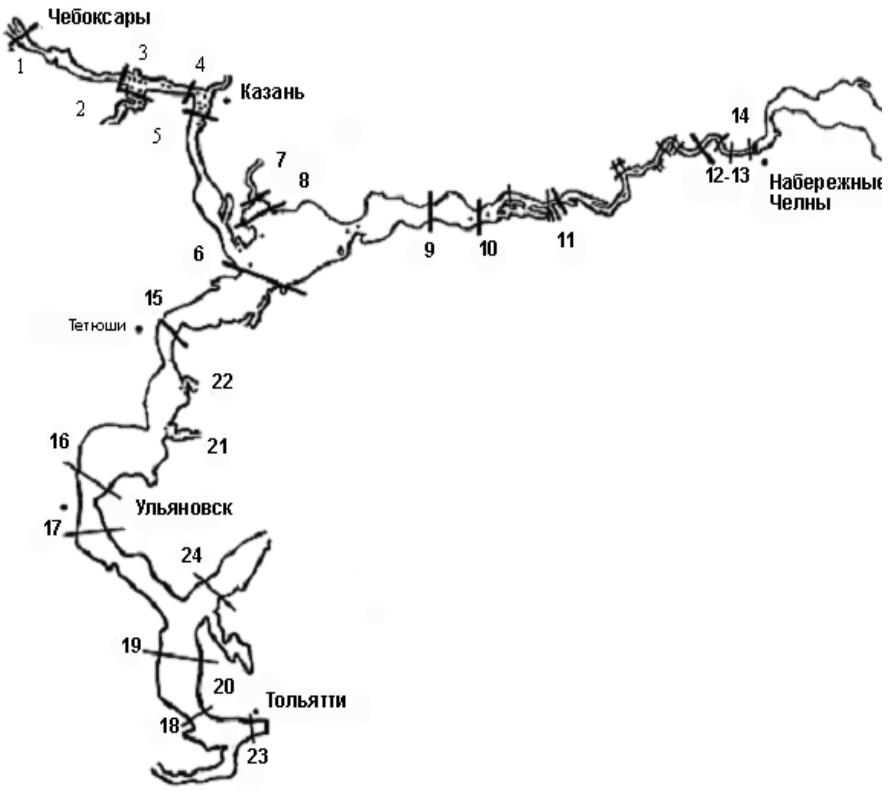


Рисунок 1 - **Карта-схема расположения створов наблюдений за качеством поверхностных вод Куйбышевского водохранилища**

Для достижения поставленной в работе цели использовали результаты, полученные во все характерные сезоны (весеннее половодье – с апреля по июнь, летне-осеннюю межень – с июля по ноябрь); минимальное число данных в каждом сезоне за расчетный период было более трех.

Определение фоновых концентраций химических веществ в водах Куйбышевского водохранилища проводили в соответствии с методическими указаниями (РД 52.24.622-2001) на основе рассчитанных среднемноголетнихконцентраций соответствующих веществ. Методы расчета фоновой концентрациивещества различаются лишь по специфике вычислительных операцийв зависимости от периодичности наблюдений (РД 52.24.622-2001), в данной работе использовали методику, пригодную для случаев, когда наблюдения проводились не более, чем один раз в месяц. Рассчитанные среднемноголетние значения показателей считаются статистически обоснованными, если они определены

с доверительной вероятностью P=0,95. Данные прошли проверку на «нормальность» статистических распределений по критерию Шапиро-Уилка.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ Statistica 8.0.

Результаты исследования

*Оценку качества водных ресурсов по гидрохимическим показателям проводили*с использованием рядов гидрохимических данных, полученных в период исследований 2009-2012 гг. Проведенный анализ данных многолетнего мониторинга качественного состава поверхностных вод Куйбышевского водохранилища показал, что вода водохранилища относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы, средней минерализации (257–374 мг/л), умеренно жесткая (3.9 мг·экв/л), нейтрально-слабощелочная (pH 6.5–8.5). Кислородный режим сохранялся удовлетворительным в течение всего периода наблюдения.

Анализ созданной базы гидрохимических данных позволяет выделить следующие приоритетные загрязняющие вещества и показатели, характерные для исследуемого водохранилища: марганец, железо, медь, фенолы, ХПК, $БПК_5$. Рассчитанные с использованием гидрохимических данных значения индекса ИЗВ (Методика…, 2008), базирующиеся на 6 загрязняющих веществах (растворенный кислород, $БПК_5$, марганец, железо, медь, фенолы), находились в интервале 1,89-2,49, что позволило отнести исследуемые воды Куйбышевского водохранилища к категории «умеренно-загрязненных» (III класс качества). Значения индекса УКИЗВ (2,23–3,78), рекомендованного с 2003 г. (РД 52.24.643-2002) и базирующегося на 15 загрязняющих веществах, наиболее характерных для большинства поверхностных вод РФ (растворенный кислород, БПК5, ХПК, фенолы, нефтепродукты, нитрит-ион, нитрат-ион, аммоний-ион, железо общее, медь, цинк, хлориды, сульфаты, алюминий, марганец), соответствовали категории вод от 3«а» «загрязненные» до 4«а» «грязные» с преобладанием 3«б» класса «очень загрязненные» в различные сезоны года.

Определение фоновых концентраций химических веществ в водах Куйбышевского водохранилища в период 2009-2012 гг. проводили в соответствии с Методическими указаниями (РД 52.24.622-2001) с учетом возможных версий характерной внутригодовой периодичности (сезонности) изменения концентрации веществ, которая может быть связана с особенностями гидрологического, температурного, ледового режимов водотока или совокупности этих и других факторов воздействия. Расчет проводили для каждого сезона в отдельности с последующим выделением наибольшей концентрации из предварительно рассчитанных значений фоновых концентраций.

В рассматриваемом диапазоне лет из результатов наблюдений исключали непоказательные экстремальные значения. Для этого рассчитывали величины I' и I'' по формулам (1) и (2):

$$I' = \frac{C_{max} - C_{ср}}{\sigma}, \quad (1)$$

$$I'' = \frac{C_{ср} - C_{min}}{\sigma}, \quad (2)$$

где $C_{ср}$, C_{max}, C_{min} - соответственно средняя, максимальная и минимальная концентрации вещества за рассматриваемый период; σ - среднеквадратическое отклонение значений концентрации вещества.

В том случае, если $I' > I_н$ или $I'' > I_н$ (где $I_н$ - нормативное значение, определяемое в зависимости от числа наблюдений), то взятое для анализа экстремальное значение концентрации вещества исключали из рассматриваемого ряда данных.

В выделенных градациях рассчитывали среднюю концентрацию вещества. Месяц, для которого характерны наибольшие значения концентрации вещества, принимали за основной (опорный). Если значение концентрации вещества в этом месяце существенно отличалась от значений концентрации в остальных месяцах, то верхняя доверительная граница средней концентрации вещества в основном месяце принимали за искомое значение фоновой концентрации вещества $C_ф^*$ по формуле (3):

$$C_ф^* = C_{ф(ср)} + \frac{\sigma t_{St}}{\sqrt{n}}, \quad (3)$$

где $C_{ф(ср)}$ - средняя концентрация вещества в основном месяце; σ - среднеквадратическое отклонение значений концентрации в этом месяце; n - число данных в градации.

Отдельно в каждом выделенном сезоне исключали непоказательные экстремальные значения концентрации согласно условию: $I' > I_н$ или $I'' > I_н$. Затем в каждом выделенном сезоне рассчитывали среднее значение концентрации вещества. Сезон с наибольшей средней концентрацией вещества принимали за основной (опорный). Если значение концентрации вещества в этом периоде существенно отличались от значений концентрации в остальных сезонах, то верхнюю доверительную границу средней концентрации вещества в основном сезоне принимали за предварительно рассчитанную фоновую концентрацию вещества. За искомое значение фоновой концентрации вещества принимали наибольшее из предварительно рассчитанных значений фоновой концентрации вещества.

Таблица 1 - **Среднегодовые значения (± стандартное отклонение) показателей качества воды Куйбышевского водохранилища в период с 2009 по 2012 гг.**

№ п/п	Показатели качества воды, размерность	2009	2010	2011	2012
1	Аммоний-ион (в пересчете на азот), мг/дм^3	0,52±0,10	0,60±0,10	0,26±0,08	0,34±0,09
2	Алюминий, мг/дм^3	0,06±0,01	0,05±0,01	0,07±0,01	0,04±0,03
3	Анионактивные ПАВ, мг/дм^3	0,03±0,006	0,04±0,006	0,07±0,02	0,07±0,02
4	БПК$_5$, мгО$_2$/л	1,98±0,25	3,3±0,6	2,6±0,3	2,9±0,5
5	Взвешенные вещества	31±14	39±12	25±5	38±12
6	Железо общее, мг/дм^3	0,31±0,11	0,20±0,09	0,21±0,03	0,23±0,09
7	Кадмий, мг/дм^3	0,004±0,001	0,002±0,001	0,0005±0,0003	0,0002±0,0001
8	Кобальт, мг/дм^3	0,02±0,02	0,02±0,03	0,001±0,0001	0,03±0,02
9	Марганец, мг/дм^3	0,45±0,65	0,11±0,06	0,12±0,02	0,07±0,04
10	Медь, мг/дм^3	0,006±0,003	0,002±0,0004	0,004±0,0007	0,007±0,004
11	Молибден	0,0006±0,0005	0,001±0,001	0,0005±0,0005	0,0007±0,0002
12	Нефтепродукты, мг/дм^3	0,11±0,03	0,17±0,07	0,20±0,04	0,16±0,04
13	Никель, мг/дм^3	0,03±0,01	0,05±0,04	0,01±0,003	0,027±0,007
14	Нитраты (в пересчете на азот) , мг/дм^3	3,9±1,9	2,2±0,8	2,8±1,2	2,4±1,8
15	Нитриты (в пересчете на азот) , мг/дм^3	0,02±0,004	0,02±0,02	0,02±0,007	0,06±0,06
16	Растворенный кислород, мг/дм^3	11,5±0,3	10,8±0,6	10,6±0,1	10,0±0,6
17	Сульфат-ион, мг/дм^3	26±4	21±2	35±3	46±12
18	Фенолы, мг/дм^3	0,0010±0,0001	0,0020±0,0001	0,0010±0,0003	0,0010±0,0005
19	Фосфат-ион, мг/дм^3	0,06±0,02	0,08±0,02	0,12±0,04	0,10±0,03
20	Хлорид-ион, мг/дм^3	28±7	32±11	27±8	33±13
21	ХПК, мгО$_2$/л	37±2	38±5	37±3	33±5
22	Хром (VI) , мг/дм^3	0,004±0,001	0,005±0,002	0,008±0,002	0,009±0,004
23	Хром общий, мг/дм^3	0,01±0,001	0,010±0,002	0,011±0,003	0,016±0,009
24	Цинк, мг/дм^3	0,03±0,01	0,01±0,005	0,005±0,001	0,04±0,02

Данные мониторинга за разные годы можно объединять только в случае, если они достоверно не различаются друг от друга (РД 52.24.622-2001). Проведенный статистический анализ с использованием метода дисперсионного однофакторного анализа и непараметрического метода проверки данных по критерию Вилкоксона (парный)при сравнении данных мониторинга Куйбышевского водохранилища по годам продемонстрировал отсутствие значимыхотличий межгодовых значений показателей качества водыс доверительной вероятностью P=0,95. Это позволило объединить данные и провести расчет сформировавшегося в последние период 2009-2012 гг. гидрохимического фона (табл. 2) по формуле (3). Для сравнения в таблице приведены также соответствующие предельно допустимые концентрации ($ПДК_{р/х}$) вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения.

Таблица 2 - **Гидрохимический фон Куйбышевского водохранилища за период 2009–2012 гг. и величины нормативного содержания ($ПДК_{р/х}$) веществ в водных объектах рыбохозяйственного значения**

№ п/п	Показатели качества воды, размерность	$С_ф^*$	$ПДК_{р/х}$
1.	Аммоний-ион (в пересчете на азот), мг/дм^3	0,42±0,02	0,39
2.	Алюминий, мг/дм^3	0,05±0,01	0,04
3.	Анионактивные ПАВ, мг/дм^3	0,06±0,02	0,5
4.	$БПК_5$, мгO_2/л	3,0±0,3	2,0*
5.	Взвешенные вещества	28±5	
6.	Железо общее, мг/дм^3	0,24±0,03	0,1
7.	Кадмий, мг/дм^3	0,0007±0,0002	0,005
8.	Кобальт, мг/дм^3	0,018±0,009	0,01
9.	Марганец, мг/дм^3	0,11±0,003	0,01
10.	Медь, мг/дм^3	0,004±0,001	0,001
11.	Молибден	0,001±0,0005	0,001
12.	Нефтепродукты, мг/дм^3	0,18±0,03	0,05
13.	Никель, мг/дм^3	0,028±0,005	0,01
14.	Нитраты (в пересчете на азот) , мг/дм^3	2,9±0,27	9,1
15.	Нитриты (в пересчете на азот) , мг/дм^3	0,03±0,01	0,02
16.	Сульфат-ион, мг/дм^3	37±9	100
17.	Фенолы, мг/дм^3	0,0015±0,0003	0,001
18.	Фосфат-ион (по фосфору), мг/дм^3	0,033±0,003	0,2 (0,15)**
19.	Хлорид-ион, мг/дм^3	31±6	300
20.	ХПК, мгO_2/л	37±5	15***
21.	Хром (VI) , мг/дм^3	0,009±0,003	0,02
22.	Хром общий, мг/дм^3	0,012±0,005	-
23.	Цинк, мг/дм^3	0,02±0,01	0,01

Примечание. *Значение, пересчитанное с $БПК_{полн}$; **0,2 - для эвтрофных и 0,15 – для мезотрофных водных объектов; ***по СанПиН 2.1.5.980-00.

Обсуждение результатов

Динамика фоновых значений $С_ф^*$ для большинства анализируемых показателей качества воды Куйбышевского водохранилища показала отсутствие выраженной тенденции к их межгодовой изменчивости, в том числе и с учетом водности года. Сложившийся в период 2009 – 2012 гг. гидрохимический фон Куйбышевского водохранилища обусловлен как природными геохимическими особенностями территории, так и антропогенными факторами. К последним в наибольшей степени относятся диффузные источники поступления загрязняющих веществ (аграрно-освоенные водосборы, поверхностный сток с промышленно-урбанизированных территорий и пр.) и в меньшей степени - техногенная нагрузка организованных источников загрязнения (Шагидуллин, 2012).

Совокупность полученных данных (табл. 3), позволяет выделить 3 группы загрязняющих веществ по соотношению их фоновых концентраций с действующими величинами $ПДК_{р/х}$ для водных объектов рыбохозяйственного значения:

1). $\mathbf{С_ф^* > ПДК_{р/х}}$**.** К первой группе загрязняющих веществ, фоновая концентрация которых фиксируются на уровне выше $ПДК_{р/х}$, относятся железо (общее), марганец, медь, цинк, кобальт, никель, алюминий, аммоний-ионы, фенолы, нефтепродукты, ХПК и БПК.

2). $\mathbf{С_ф^* < ПДК_{р/х}}$**.** Ко второй группе загрязняющих веществ, фоновая концентрация которых ниже соответствующих $ПДК_{р/х}$, относятся нитрат-ионы,фосфат-ионы, анионактивные ПАВ, хром (VI) кадмий).

3). $\mathbf{С_ф^* = ПДК_{р/х}}$**.** В числе элементов третьей группы, фоновая концентрация которых находится на уровне $ПДК_{р/х}$, в данном исследовании выявлен молибден.

Интерес представляет анализ двух первых выделенных групп загрязняющих веществ и показателей качества поверхностных вод.

К числу загрязняющих веществ первой группы относятся как соединения двойного генезиса, так и соединения антропогенного происхождения. Это ряд катионогенных элементов – железо общее, марганец, медь, цинк и кобальт, фоновое содержание которых в воде водохранилища, превышающее $ПДК_{р/х.}$,фиксируются на протяжении всех лет наблюдения. Концентрация соединений этих элементов, относящихся к веществам двойного генезиса, несмотря на снижение в последние годы объема отводимых в водохранилище сточных вод, не снижается и практически не выходит за доверительные границы средних значений. Это свидетельствует о преобладании природного геохимического фактора - состав питающих воды геохимических провинций содержит микроэлементы иногда на несколько порядков выше (Куйбышевское…, 2007).

К этой же группе относятся нефтепродукты и органическое вещество (по показателям $БПК_5$ и ХПК), включая фенол. Высокое фоновое содержание фенольных и в целом органических соединений связано с воздействием не только и не столько антропогенного фактора, сколько с экологическим состоянием водохранилища на современным этапе его развития, характерной чертой которого является усиление процессов эвтрофирования и вторичного загрязнения воды

веществами двойного генезиса (Степанова и др., 2012;Шагидуллин, 2012). Качественное и количественное содержание фенольных соединений в природных водах определяется балансом между самоочищением и вторичным загрязнением (Кондратьева, 2000; Сафарова, 2009; Шагидуллин, 2012). Учет концентрации фенолов исключительно лишь антропогенного происхождения оставляет без внимания возможность их сезонного поступления в водоем в результате протекания внутриводоемных процессов разложения биомассы фитоплактона и отмерших макрофитов с сопряженным повышением показателей окисляемости ($БПК_5$ и ХПК).

Влиянием антропогенного фактора, по-видимому, можно объяснить повышенное фоновое содержание соединений никеля, кобальта, цинка и нефтепродуктов в воде водохранилища на протяжении всего периода наблюдения. Неучтенное количество загрязняющих веществ, главным образом, нефтепродуктов, поступает в водохранилище с водами притоков р. Камы – опосредованно от нефтедобывающих предприятий, сбрасывающих сточные воды производств в притоки р. Камы (Минакова, 2004). Развитие нефтедобывающей деятельности в регионе приводит к загрязнению водотоков и сопредельных сред нефтью и нефтепродуктами, содержащимся в их составе никелем, а также и продуктами сгорания попутных газов. Известно, что для водосборов на территориях нефтедобычи характерна «никелевая аномалия» (Григорьян и др., 1994; Озол, 1998; Калимуллина, 2001).

Ежегодно и ежесезонно уровни содержания загрязняющих веществ первой группы в поверхностных природных водах несоизмеримо больше установленных величин их рыбохозяйственных и санитарно-гигиенических ПДК. Вместе с тем, нормативное содержание ингредиентов не должно быть ниже геохимического фона, сформированного на протяжении многих лет и к которому эволюционно адаптированы сообщества гидробионтов, в противном случае норматив теряет всякий смысл в целях управления качеством водных ресурсов. Поэтому правомерность заключений о загрязнении воды рек Волга и Кама соединениями меди, марганца, железа, требует дальнейшего рассмотрения и должна стать предметом самостоятельного исследования в ближайшем будущем, т.к. по сути своей это фоновые концентрации, обусловленные геохимическими особенностями территории.

К числу загрязняющих веществ второй группы относятся как соединения двойного генезиса, так и соединения антропогенного происхождения, прежде всего, биогенные элементы (фосфор, азот нитратов), а также анионактивные ПАВ, хром и кадмий, фоновое содержание которых на протяжении всех лет наблюдения фиксируется на уровне ниже действующих нормативных содержаний ($ПДК_{р/х.}$).

Для содержания загрязняющих веществ второй группы, по-видимому, требуется введение более жестких рыбохозяйственных и санитарно-гигиенических нормативов в сравнении с действующими. Прежде всего, это касается концентрации биогенных элементов, опасность которых состоит не в токсичности в отношении

гидробионтов, а в дестабилизации водной экосистемы и активизации процессов эвтрофирования, что характерно для современного состояния водохранилища.

Заниженные или завышенные величины действующих нормативов ($ПДК_{р/х}$) относительно гидрохимического фона для первой и второй групп загрязняющих веществ могут привести к выбору ошибочных приоритетов при оценке качества водных ресурсов и регулировании антропогенной нагрузки.

Выводы

1. На основе результатов многолетних экспедиционных и лабораторных исследований, систематизации и статистической обработки информации о среднегодовой концентрации химических ингредиентов на основе более 8600 анализов воды на 23 створах Куйбышевского водохранилища рассчитан гидрохимический фон, сформировавшийся в 2009 - 2012 гг. под влиянием природных геохимических особенностей территории и антропогенных факторов.
2. Методом дисперсионного однофакторного анализа и непараметрического метода проверки данных по критерию Вилкоксона (парный) показано отсутствие достоверных отличий межгодовых концентраций химических ингредиентов и показателей качества воды, что позволяет считать усредненные значения гидрохимическим фоном, сформировавшимся в 2009 - 2012 гг.
3. Исследованные загрязняющие вещества и показатели качества водных ресурсов разделены на 3 группы по соотношению между действующими на сегодняшний день нормативами качества поверхностных вод ($ПДК_{р/х}$) водных объектов рыбохозяйственного значения и фоновых концентраций ($С_ф^*$): 1) $С_ф^* > ПДК_{р/х}$; (2) $С_ф^* < ПДК_{р/х}$; и 3) $С_ф^* = ПДК_{р/х}$;
4. Региональные фоновые показатели $С_ф^*$ могут служить отравной точкой для выбора адекватных приоритетов в водоохранной деятельности. Воизбежание ошибочных мер в стратегии управления качеством водных целесообразен комбинированный учет нормативов качества поверхностных вод ($ПДК_{р/х}$) и гидрохимического фона ($С_ф^*$) для адекватной оценки качества водных ресурсов и регулирования антропогенной нагрузки на водные объекты.

Благодарности. Авторы приносят благодарность сотрудникам ФГУ «Средволгаводхоз» И.А. Фатхуллину и Т.Г. Ганиной за участие в лабораторных экспериментах и полезные обсуждения.

Литература

Григорьян Б.Р., Калимуллина С.Н., Хакимова А.М. Региональные аспекты загрязнения среды тяжелыми металлами и здоровье населения // Казанский медицинский журнал. 1994. Т.75, №1. С.38-44.

Калимуллина С.Н. Фоновая геохимическая структура Предкамья и Закамья РТ как составная часть регионального экологического мониторинга // В материалах Всероссийской научно-практической конференции «Агроэкологические проблемы

сельскохозяйственного производства в условиях техногенного загрязнения агроэкосистем». Казань, 2001. С.143-150.

Кондратьева Л.М. Вторичное загрязнение водных экосистем // Водные ресурсы. 2000. № 2. С. 221−231.

Куйбышевское водохранилище: экологические аспекты водохозяйственной деятельности / Под ред. Латыповой В.З. и др. - Казань: Изд-во Фэн, 2007. 320 с.

Латыпова В.З., Шагидуллин Р.Р., Горшкова А.Т., Бравков А.П., Мухаметшина Е.Г., Никитин О.В., Яковлева О.Г. Уровенный режим Куйбышевского водохранилища как фактор экологической безопасности // Журнал экологии и промышленной безопасности, 2012. № 3-4. С. 79-81.

Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. – М.: Госкомгидромет, 1988. – 7 с.

Минакова Е.А. Учет метеорологических факторов в управлении качеством поверхностных вод: Дисс. ... канд. геогр. наук: СПб, 2004. 142 с.

Никаноров А.М., Емельянова В.П. Комплексная оценка качества поверхностных вод суши // Водные ресурсы. - 2005. - т. 32, №1. С. 61-69.

Никаноров А.М., Брызгало В.А., Черногаева Г.М. Антропогенно-измененный природный фон и его формирование в пресноводных экосистемах России// Метеорология и гидрология. - 2007. - N 11. - С. 62-79. - Библиогр.: с. 78-79 (13 назв.). - Рез.англ. . - ISSN 0130-2906

Озол А.А. Геохимические исследованияпочв Татарстана // Проблемы экологической химии Республики Татарстан. Казань, 1998. Вып.1. С. 5-27.

РД 52.24.622-2001 Методические указания. Проведение расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков, 2002. 52 с.

РД 52.24.643 – 2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. М., 2002. 50 с.

Савичев О.Г. Метод оценки допустимых антропогенных изменений химического состава поверхностных вод //Известия Томского политехнического университета, 2005. - Том 308. № 4. С. 51-55.

Сафарова В.И., Магасумова А.Т., Хатмуллина Р.М., Гатауллин С.С. Оценка вклада некоторых замещенных фенолов в формирование фенольного индекса при анализе сточных вод //Материалы VII Всероссийской конференции по анализу объектов окружающей среды «Экоаналитика - 2009». Йошкар-Ола, 2009. С. 191-192.

Степанова Н.Ю. Факторы и критерии оценки экологического риска для устойчивого функционирования Куйбышевского водохранилища: Дисс. ... доктора биологических наук: Ульяновск, 2008. 344 с.

Степанова Н.Ю., Халиуллина Л.Ю., Никитин О.В., Латыпова В.З. Структура и токсичность цианобактерий в рекреационных зонах водоемов Казанского региона// Вода: химия и экология. 2012. №11. С.24-28

Шагидуллин Р.Р. Формирование системы эколого–аналитического контроля равнинного водохранилища: Дисс. ... доктора химических наук: Казань: КНИТУ, 2012. 348 с.

Яковлев А.В., Латыпова В.З. Яковлева А.В. Оценка качества вод верхних плесов Куйбышевского водохранилища по зообентосу// Вода: химия и экология. №7. 2012. С. 3-6.

ABSTRACT. Regional background concentrations of pollutants and the values of the quality indicators of surface waters of the Kuibyshev water reservoir were determined. On the base of experimental data of the chemical content of surface waters of the Kuibyshev water reservoir for the period 2009–2012, systematization and statistical analysis of chemical information. It was revealed the ratio of background concentrations (C_b) of priority pollutants and the national water quality criteria (maximum allowable concentration – MAC_f) for fishery water bodiesthat required the combined attempt for assessment of the quality of water resources and regulation of anthropogenic load on water bodies. The factors of formation of anthropogenically-altered background concentrations of priority pollutants were discussed.

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ НАГУЛА МАТОЧНОГО СТАДА СТЕРЛЯДИ В ПРУДАХ IV РЫБОВОДНОЙ ЗОНЫ С ЦЕЛЬЮ СОКРАЩЕНИЯ СРОКОВ СОЗРЕВАНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ

З.И. Легкодимова, Г.В. Сильникова, В.П. Масликов
Саратовское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Саратов, gosniorh@mail.ru

Растущим дефицитом производителей стерляди в популяциях Волжских водохранилищ диктуется необходимость создания продуктивных маточных стад за счет одомашненных и выращенных особей от личинок заводского воспроизводства в прудах на естественной кормовой базе, а также в садках и УЗВ на искусственных кормовых смесях. Ремонтно-маточное стадо стерляди экспериментальной базы Саратовского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ», эксплуатируемое с 1998 года, на 01.01.2016 г. насчитывает 834 экземпляра особей разных возрастных групп и внесено в Государственный Реестр под номером 1508.2000.0232. От полученных заводским методом личинок ежегодно выращивается и выпускается в Волгоградское водохранилище подрощенная молодь стерляди для пополнения численности популяции этого вида, занесенного в Красную Книгу Саратовской области.

Решающее значение для темпа роста, возраста наступления половой зрелости, продолжительности межнерестовых периодов и продуктивности стерляди как в прудовых, так и индустриальных условиях имеют два фактора: температурный режим и обеспеченность естественной пищей при выращивании в прудах и качественными кормовыми смесями в индустриальных условиях (Чебанов, Галич, Чмырь, 2004).

В условиях тепловодного рыбоводного хозяйства Краснодарского края этими авторами отмечено наступление половой зрелости у одомашненных самок стерляди в возрасте 3-5 лет с колебаниями массы тела от 0,3 до 2,5 кг при продолжительности межнерестовых интервалов - 1-2 года.

В прудах Саратовской области, относящейся к IV рыбоводной зоне, температурный режим для роста стерляди благоприятен несмотря на более короткий вегетационный период по сравнению с Краснодарским краем. Анализ результатов выращивания стерляди в 1998-2013 гг. в прудах экспериментальной базы совместно с другими видами рыб, включая и бентофагов (карпа и черного амура) показал, что период созревания стерляди более длителен по сравнению с тепловодным хозяйством Краснодарского края. Самки достигают половой зрелости в возрасте 6-7 годов при массе тела 0,4-0,7 кг. межнерестовые периоды составляют 2-3 года. Эти показатели стерляди, выращенной в прудах, сопоставимы с данными, характеризующими одновозрастных особей естественной популяции стерляди

Волгоградского водохранилища (Шилов, 1971; Легкодимова, 1983; Легкодимова, 2013) (таблица 1).

Таблица 1 - **Средние показатели роста стерляди в Волгоградском водохранилище и в прудах экспериментальной базы**

Возрастные группы	Популяция стерляди Волгоградского водохранилища (Шилов, 1971)	Стерлядь из прудов экспериментальной базы	
		Данные 1998-2013 гг.	Данные 2014 г.
	Средняя масса, г	Средняя масса, г	Средняя масса, г
сеголетки	28,5	69,1	74,0
1-1+	80,1	110,3	130,0
2-2+	137,8	220,3	378
3-3+	189,4	296,5	-
4-4+	243,1	348,1	670
5-5+	333,6	410,2	720
6-6+	405,8	520,3	800
7-7+	515,9	656,1	-
8-8+	675,3	705,2	-
9-9+	812,4	824	1080
10-10+	956,6	891,1	-
11-11+	1041,3	983,5	1480
12-12+	1117,4	1120	-
13-13+	1117,2	1116,3	1560
14-14+	1240,1	1230	-
15-15+	1302,0	1280,0	1715

Однако, экспериментальные данные по выращиванию сеголеток стерляди укрупненной навески в прудах в моно- и поликультуре с растительноядными рыбами свидетельствуют, что при оптимизации условий нагула масса сеголеток превышала таковую выловленных из водохранилища особей в 2-3 раза (Шилов, 1971; Хондожко, 2006; Легкодимова, 2013)

В связи с этим для оценки потенциального темпа роста этого вида в прудах и разработки рекомендаций по методу формирования ремонтно- маточных стад в прудовых условиях IV рыбоводной зоны в 2014 г. был осуществлен летний нагул стерляди разных возрастных групп при низких плотностях посадки и оптимизации условий выращивания.

При этом были учтены негативные факторы, наблюдавшиеся в мелководных прудах при выращивании стерляди и других бентофагов, такие как интенсивное зарастание прудов высшей водной растительностью и нитчатыми водорослями, а также огромные запасы фитопланктона характерные для прудов, зарыбленных монокультурой бентофагов, не используемые рыбой и создающие угрозу замора.

Целью выращивания было не получение максимальной рыбной продукции, а реализация потенции роста при низких плотностях посадки и оптимизации

условий выращивания (газовый и температурный режим, обеспеченность естественным кормом с учетом пищевых потребностей).

Под нагул стерляди были выделены для зарыбления 3 пруда, имеющие незначительные мелководные зоны и среднюю глубину 1,8 м. Для стимулирования естественной кормовой базы использовались органические удобрения (5 т. на га); в первой половине сезона трехкратно–минеральные удобрения (50 кг. азофоски и 20 кг суперфосфата на гектар), а также кормовые дрожжи (2 кг/га).

Для предотвращения чрезмерного развития водной растительности и фитопланктона выращивание ремонтно-маточного стада стерляди осуществлялось совместно с растительноядными рыбами - мелиораторами, не конкурирующими со стерлядью в потреблении основных пищевых компонентов – белым амуром - потребителем водной растительности, белым толстолобиком – отфильтровывающим фитопланктон и детрит и пестрым толстолобиком – потребителем зоопланктона и детрита, плотности посадки которых приведены в таблице 2.

Таблица 2 - **Плотность посадки рыб (экз/га) в автохтонной поликультуре, весна 2014 г.**

Возрастные группы (годовики)	**Пруд № 5**				**Пруд № 7**				**Пруд № 16**			
	стерлядь	**белый толстолобик**	**пестрый толстолобик**	**белый амур**	**стерлядь**	**белый толстолобик**	**пестрый толстолобик**	**белый амур**	**стерлядь**	**белый толстолобик**	**пестрый толстолобик**	**белый амур**
Подрощенная молодь					75							
1	153											
2	63											
4	44											
5						34				48		
6				32	31			12	33			23
7			14				7				14	
8		11										
9					25				44			
13					33				44			
16					30				30			

По сумме тепла и количеству дней с температурой воздуха выше 15 ^{o}C Саратовская область относится к IV рыбоводства. В 2014 году количество дней с эффективными для роста рыб температурами составило 154 дня, суммарное количество тепла за период выращивания - 3848 градусодней, что свидетельствует о достаточно длительном периоде вегетации с благоприятным термическим режимом.

В прудах в течение всего периода выращивания содержание растворенного кислорода не опускалось ниже 7,1 мг/дм^3, реакция среды была слабощелочной.

Показатели биогенных элементов в первой половине сезона под воздействием внесенных удобрений колебались в значительных пределах. Содержание суммарного азота варьировало в отдельных прудах от 0,676 до 2,668 мг/дм^3 за счет повышения концентрации нитратного азота (0,35-2,228 мг/дм^3). Содержание нитритного и аммонийного азота во всех прудах было близким. Во второй половине сезона содержание суммарного азота в воде прудов было ниже, чем в водоисточнике (0,391-0,610 против 1,230-1,670 мг/дм^3), а также фосфатов (0,079-0,211 против 0,225-0,278 мг/дм^3) и кремния (3,1-3,6 против 4,1-4,3 мг/дм^3), что свидетельствует об активном потреблении их прудовой экосистемой. Подобная динамика биогенов в удобряемых прудах наблюдалась и другими авторами (Деева, 1981). В целом гидрохимический режим прудов был благоприятным для содержания ремонтно-маточного стада стерляди.

Анализ видового состава растительных ассоциаций, степени зарастания и продукции макрофитов свидетельствует о проявлении мелиоративного эффекта белого амура (таблица 3).

Таблица 3 - **Развитие высшей водной растительности в прудах экспериментальной базы, 2014 г.**

Вид растений	Пруды								
	Пруд № 5			Пруд № 7			Пруд № 16		
	Биомасса (сырой вес, кг/м^2)	Зарастаемость, %	Продукция (сырой вес, кг/м^2)	Биомасса (сырой вес, кг/м^2)	Зарастаемость, %	Продукция (сырой вес, кг/м^2)	Биомасса (сырой вес, кг/м^2)	Зарастаемость, %	Продукция (сырой вес, кг/м^2)
Рогоз	0,646	2,1	0,711	0,382	1,9	0,420	0,538	1,9	0,592
Тростник	0,554	1,7	0,610	100	0,3	0,110	1,382	2,9	1,520
Камыш озерный	0,071	0,1	0,078	-	-	-	-	-	-
Итого	1,271	3,9	1,399	2,2	2,2	0,530	1,920	4,8	2,112

Видовой состав растительных ассоциаций прудов в анализируемый период ограничен и представлен полупогруженными гидробионтами семейства рогозовых (Рогоз узколистный и Рогоз широколистный), злаковых (Тростник широколистный) и осоковых (Камыш озерный). Погруженные растения, изобилующие в прудах без белого амура, были представлены лишь незначительной куртинкой водяного лютика завитого семейства лютиковых. Положительное влияние белого амура проявилось в полном подавлении нитчатых водорослей.

Продукция макрофитов составила в опытных прудах 0,530-2,112 кг/м^2 в сыром весе, площадь, занятая водной растительностью – 2,2-4,8% водного зеркала, в то время как в прудах без белого амура зарастаемость достигала 15-30%.

Макрофиты распределялись по периметру пруда бордюрной полосой, предотвращая разрушение дамб, а также обеспечивая благоприятные условия для роения насекомых, личинки которых являются излюбленным кормом стерляди.

В фитопланктоне прудов было встречено 79 видов и разновидностей водорослей, в том числе: зеленых – 31, диатомовых – 17, синезеленых – 13, эвгленовых – 10, пирофитовых - 5, желтозеленых – 2, золотистых – 1.

Средняя численность фитопланктона за период наблюдений составила в разных прудах 30,0 - 43,4 млн.кл/л, биомасса – 5,0 – 6,8 мг/л, характеризуясь минимальными показателями в пруду № 16, максимальными – в пруду № 7 (таблица 4).

Таблица 4 – **Численность (N) и биомасса (B) фитопланктона прудов Экспериментальной базы Саратовского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ» при выращивании ремонтно-маточного стада стерляди в автохтонной поликультуре, 2014 г.**

Отделы водорослей	Пруд № 5		Пруд № 7		Пруд № 16	
	N, млн.кл/л	B, мг/л	N, млн.кл/л	B, мг/л	N, млн.кл/л	B, мг/л
Диатомовые	1,6 0,9-4,2	0,9 0,4-2,1	1,2 0,5-2,9	0,8 0,2-1,6	2,6 0,2-11,7	0,8 0,4-0,6
Зеленые	3,2 0,2-8,5	1,7 0,4-4,2	17,0 0,2-38,4	3,0 1,0-5,3	6,6 0,8-10,3	1,4 0,9-2,2
Синезеленые	23,8 1,2-56,9	2,0 0,1-5,7	23,2 14,3-30,8	1,1 0,8-1,9	18,8 2,6-46,4	0,9 0,3-2,2
Эвгленовые	0,2 0-0,3	0,4 0-0,9	0,3 0,1-0,6	0,7 0,3-1,2	0,4 0,1-0,9	0,7 0,3-2,2
Пирофитовые	0,5 0,2-1,1	0,6 0,2-1,3	1,5 0,1-3,6	1,0 0,7-1,5	0,7 0,1-1,4	0,6 01-1,3
Прочие	0,9 0-4,5	1,0 0-5,8	0,2 0-0,3	0,2 0-0,5	1,1 0-4,6	0,6 0-1,8
всего	30,0 7,3-59,3	6,6 3,5-9,3	43,4 21,1-59,5	6,8 3,5-8,6	30,2 9,0-58,3	5,0 2,7-6,9

Основу среднесезонной численности формировали синезеленые водоросли, составляя в разных прудах 52,2-79,3% общей численности фитопланктона, основу биомассы – зеленые (25,7 – 44,1%) и синезеленые 16,2–30,0%) водоросли.

Динамика численности фитопланктона во всех прудах однотипна, определяется развитием синезеленых водорослей и характеризуется нарастанием показателей от мая к июлю и снижением в августе.

Динамика биомассы фитопланктона прудов № 5 и 7 также характеризуется увеличением значений от мая с пиком в пруду № 5 в июле, в пруду № 7 – в августе. в пруду № 16 максимум биомассы был отмечен в мае, затем следовало резкое снижение биомассы с постепенным повышением к концу июля.

В целом уровень развития фитопланктона анализируемых прудов несмотря на то, что он сдерживался интенсивным развитием планктонных ракообразных – фильтраторов, ранжируется как «выше среднего» (Жукинский, 1976) и был вполне достаточным для формирования благоприятного газового режима прудов и удовлетворения пищевых потребностей последующих трофических уровней.

В зоопланктоне прудов было обнаружено 43 таксона, относящихся к коловраткам (11), веслоногим (5) и ветвистоусым (22) ракообразным, а также гидры (1), ракушковые раки (2) и планктонные стадии личинок хирономид (2), объединенные в группу «прочие».

Средняя численность зоопланктона за период наблюдений составила в разных прудах 65,6-199,8 тыс. экз./м^3, биомасса – 2,33-6,82 г/м^3, характеризуясь максимальными значениями в пруду № 5, минимальными – в пруду № 16 (таблица 5).

Таблица 5 - **Численность (N) и биомасса (B) зоопланктона при выращивании ремонтно-маточного стада стерляди в автохтонной поликультуре, 2014 г.**

Кормовые организмы	Пруд № 5		Пруд № 7		Пруд № 16	
	N, тыс. экз/м^3	B, г/м^3	N, тыс. экз/м^3	B, г/м^3	N, тыс. экз/м^3	B, г/м^3
Коловратки	6,1 0-20,8	0,04 0-0,17	32,0 0-189,7	0,24 0-1,43	2,2 0-9,9	0,01 0-0,04
Веслоногие ракообразные	13,3 3,3-26,6	0,22 0,026-0,49	41,0 5,0-79,0	0,41 0,05-0,98	11,7 6,6-18,3	0,22 0,07-0,36
Ветвистоусые ракообразные	177,1 31,6-401,8	6,44 1,24-15,86	121,4 45,8-369,4	4,02 1,33-10,88	48,1 19,9-96,5	1,95 0,82-4,17
Прочие	3,3 0-12,5	0,12 0-0,83	1,5 0-4,2	0,05 0-0,10	3,6 0,8-5,0	0,15 0,06-0,37
Всего	199,8 57,7-420,2	6,82 1,72-16,29	196,0 65,7-374,4	4,72 1,80-10,94	65,6 31,6-119,8	2,33 0,95-4,82

На протяжении всего периода наблюдений основу численности и биомассы зоопланктона во всех прудах составляли ветвистоусые ракообразные, формируя 61,9-88,6% общей численности и 83,7-94,4% общей биомассы при доминировании в разных прудах в мае Ceriodaphnia reticulata, Bosmina longirostris, Daphnia magna, D. longispina; в июне – Diaphanosoma brachyurum и reticulatae, в июле – D. longispina, в августе – D.longispina, Polyphemus pediculus, C.reticulata.

Таким образом, суммарную биомассу зоопланктона определяли, в основном, немногие мирные виды ветвистоусых ракообразных, являющиеся фильтраторами. По среднемесячным значениям количественных показателей развития зоопланктона пруд № 5 характеризуется как «высококормный» водоем, пруды № 7 и 16 – как водоемы «выше средней кормности» (Пидгайко, 1968), что обеспечило высокие приросты пестрого толстолобика.

Донная фауна прудов была бедна видовым разнообразием и представлена 12 видами, в том числе: личинки комаров (9) и ручейников (1), олигохеты (1),

хаоборусы (1). За анализируемый период средняя численность зообентоса составила в разных прудах 286-606 экз./м^2, биомасса – 1,52-3,60 г/м^2, характеризуясь минимальными показателями в пруду № 16, максимальными - в пруду № 7 (таблица 6).

Таблица 6 - **Численность (N) и биомасса (B) зообентоса при выращивании ремонтно-маточного стада стерляди в автохтонной поликультуре**

Кормовые организмы	Пруд № 5		Пруд № 7		Пруд № 16	
	N, экз/м^2	B, г/м^2	N, экз/м^2	B, г/м^2	N, экз/м^2	B, г/м^2
Личинки хирономид	553 80-2200	2,77 0,0-12,8	593 80-1760	3,57 0,20-9,76	253 0-1080	1,04 0-4,00
Личинки ручейников	7 0-40	0,02 0-0,12	-	-	20 0-40	0,41 0-2,0
Хаоборусы	-	-	-	-	13 0-80	0,07 0-4,0
Олигохеты	13 0-80	0,02 0-0,12	13 0-40	0,63 0-0,08	-	-
Всего	573 80-2200	2,80 0,20-12,80	606 120-1760	3,60 0,28-9,76	286 0-1120	1,52 0-6,0

Основу численности и биомассы составляли личинки хирономид, которые формировали 88,5-100 общей численности и 68,4-100% общей биомассы зообентоса. Наибольшее значение в формировании количественных показателей зообентоса имели Chironomus plumosus и Gliptotendipes gripecoveni.

Сезонная динамика количественных показателей зообентоса во всех прудах однотипна и характеризуется максимальными значениями в мае и июле, минимальными в июле и августе, что обусловлено циклом развития доминирующих групп, а также выеданием их рыбой.

Величина средних за период наблюдений показателей количественного развития зообентоса характеризует пруды № 5 и № 7 как «среднекормные», № 16 – как «малокормный» (Иоффе, 1961). В отдельные месяцы зообентос достигал 6,0; 9,8; 12,8 г/м^2, характеризуясь как «выше средней кормности» и «высококормный».

Учитывая, что стерлядь является полигофагом и при недостатке излюбленного корма переходит на замещающий корм (интенсивно развивающиеся в прудах крупные формы зоопланктона), в целом условия нагула обеспечивали темп роста стерляди, превышающий таковой природной волжской популяции, а также наблюдаемый нами в прудах в предшествующие сезоны.

Подводя итог анализа характеристики условий выращивания следует отметить положительное влияние растительноядных рыб на прудовую экосистему.

О положительном влиянии растительноядных рыб на условия нагула стерляди свидетельствуют данные таблицы 7. Приросты средней массы у стерляди 6, 9, 13 и 16-ти леток, нагуливающихся после нерестовой кампании в пруду № 16, составляли от 290 до 370г, у ремонта 2-5 лет – от 262 до 370г, у стерляди 6-16-летнего возраста в пруду № 7 - от 390 до 530 г. Эти показатели значительно

превышали приросты стерляди как природной популяции Волгоградского водохранилища, так и полученные в прудах этого хозяйства в предыдущие сезоны. Как свидетельствуют данные таблицы 8, рыбопродуктивность по стерляди в прудах колебалась от 52,8 до 78,3 кг/га с минимальным показателем в пруду, где нагуливались производители после участия в нерестовом сезоне, и максимальным - у ремонта старших возрастных групп.

Таблица 7 - **Величина средне сезонных приростов массы стерляди природной популяции Волгоградского водохранилища и в прудах по данным 1998-2013 гг. и 2014 г.**

Возрастные группы	Средние приросты массы за сезон				
	Волгоградское водохранилище 1960-1968 г.	Пруды ЭБ 1998-2013 гг.	Пруды Экспериментальной базы 2014 г.		
			№ 5	№ 7	№ 16
1	28,5	69,1	-	74,0	-
2	51,6	41,2	262,0	-	-
3	57,7	110,0	-	-	-
4	51,6	76,2	350,0	-	-
5	53,7	51,6	370,0	-	-
6	90,5	52,1		390,0	290,
7	72,2	110,1	-	-	-
8	110,1	135,8	-	-	-
9	159,1	49,1		480,0	370,0
10	137,1	118,2	-	-	-
11	144,1	67,7	-	-	-
12	84,8	92,4	-	-	-
13	76,1	136,7	-	440,0	360,0
14	-0,2	46,1	-	-	-
15	122,8	64,0	-	-	-
16	61,0			530,	370,0

За счет производителей растительноядных рыб, размещенных на нагул также после нерестовой кампании, получено от 127,6 до 169,6 кг/га.

Оптимизация условий нагула ремонтно-маточного стада в 2014 г. положительно сказалась на продуктивности производителей в следующем нерестовом сезоне 2015 года. Так при средней рабочей плодовитости самок в возрасте 6-8 годовиков в предыдущие сезоны в 8 тыс. шт. икринок и у повторносозревающих самок 15,0 тыс. шт. икринок она достигала соответственно 12,1 и 20,2 тыс. шт. Максимальные порции икры у старшевозрастных самок составляли 40,5 тыс. шт. икринок.

Таблица № 8 - **Результаты выращивания разновозрастной стерляди в поликультуре с растительноядными рыбами дальневосточного комплекса, 2014 г.**

Виды рыб, возрастные группы (годовики)	Пруд № 5, площадь 1 га					Пруд № 7, площадь 2 га					Пруд № 16				
	При зарыблении весной			При облове осенью		При зарыблении весной			При облове осенью		При зарыблении весной			При облове осенью	
	Плотность посадки, шт/га	Средняя масса, кг	Общая масса, кг	Средняя масса, кг	Общая масса, кг	Плотность посадки, шт/га	Средняя масса, кг	Общая масса, кг	Средняя масса, кг	Общая масса, кг	Плотность посадки, шт/га	Средняя масса, кг	Общая масса, кг	Средняя масса, кг	Общая масса, кг
Стерлядь 16						30	1,25	37,5	1,78	53,4	30	1,28	38,4	1,65	49,50
13						33	1,12	37,0	1,56	51	44	1,12	49,3	1,49	65,12
9						25	0,70	17,5	1,18	29,5	44	0,71	31,2	1,08	47,5
6						31	0,41	12,7	0,80	24,8	33	0,41	13,5	0,70	23,1
5	44	035	15,4	0,720	31,7										
4	63	0,32	20,2	0,670	42,2										
2	153	0116	17,8	0,378	57,8										
Полрощенная молодь						75	0,001	0,075	0,074	5,50					
Итого			53,4		131,7			104,8		164,7			132,4		185,24
Белый амур 6	32	6,0	198,0	7,2	237,6	12	6	72	7,5	90	23	6,0	138	7,8	179,4
Белый толстолобик 8	11	5,0	55,0	6,2	68,2										
5						34	2,2	74,8	4,0	136	48	22	105,6	3,4	163,2
Петрый толстолобик 7	14	7,0	98,0	13	182,0	7	7,1	49,7	14,0	98	14	7	98,0	12	168,0
Итого			351	487,8				196,5		324			341		510,6

Из общего количества индивидуально помеченных самок, используемых в нерестовом сезоне 2015 г., выделена группа 7, 10, 14 и 16-ти годовиков от которых получено соответственно в среднем 13,8, 19,8, 22,7 и 34,0 тыс. шт. икринок (таблица 9).

Таблица 9 - **Характеристика продуктивности выделенной группы самок стерляди в нерестовом сезоне 2015 г.**

№ п/п	Показатели	Возраст самок (годовики)			
		16 n = 10	**14 n = 3**	**10 n = 5**	**7 n = 4**
1	Промысловая длина тела, см				
	Колебания	55,5-60,0	51,0-54,0	50,0-52,0	44,0-49,0
	средняя	57,6	52,7	50,6	46,0
2	Масса самок, кг				
	Колебания	1,495-2,430	1,190-1,425	1,120-1,286	0,735-0,885
	средняя	1,903	1,280	1,210	0,806
3	Абсолютная рабочая плодовитость, тыс. шт.				
	Колебания	25,0-40,5	17,0-25,0	15,0-24,0	10,0-18,0
	средняя	34,0	22,7	19,8	13,8
4	Относительная рабочая плодовитость, тыс. шт.				
	Колебания	14,4-21,3	14,3-20,4	13,4-18,7	13,6-20,6
	средняя	17,2	17,4	16,3	16,9

Порции икры у отдельных самок в возрасте 7-ми годовиков колебались от 10,0 до 18 тыс. шт.; 10-ти годовиков - от 15,0 до 24,0 тыс. шт.; 14-ти годовиков - от 17,0 до 25,0 тыс. шт.; 16-ти годовиков - от 25,0 до 40,5 тыс. шт.

Показатели средней относительной рабочей плодовитости у разновозрастных самок были близкими и составляли от 16,3 до 17,4 тыс. шт. икринок при значительных колебаниях у отдельных особей.

Полученные данные по нагулу ремонтно-маточного стада стерляди в 2014 г. и повышению его продуктивности в процессе эксплуатации в следующем году свидетельствуют, что при оптимизации условий нагула в прудах показатели прироста массы рыб разных возрастных групп могут значительно превышать таковые, характеризующие природную популяцию этого вида Волгоградского водохранилища. Ускоренный темп роста способствует и ускоренному процессу вителогенеза (Шилов, 1971), повышению продуктивности производителей и сокращению межнерестовых сезонов.

Это позволяет в более короткие сроки сформировать ремонтно-маточное стадо в прудовых условиях на естественной кормовой базе, получать икру и личинок в оптимальные сроки, подращивать и выпускать полноценную молодь в водохранилища вполне адаптированную к природным условиям водоемов.

Литература

Деева Е.В. Динамика биогенных элементов в рыбоводных прудах при внесении минеральных удобрений // Сб. научн. трудов ГосНИОРХ Л. 1981 – С. 112-120

Жукинский В.Н., Оксиюк О.П., Цееб Я.Я., Георгиевский В.Б. Проект унифицированной системы для характеристики континентальных водоемов и водотоков и его применение для анализа качества вод. //Гидробиол. журн., 1976. Т. 12, № 6. – С. 103-111.

Иоффе Ц.И. Формирование донной фауны водохранилищ СССР и опыт классификации //Известия ГосНИОРХ, 1961, т. 50, - С. 50-64.

Проведение экспериментальных работ по выращиванию стерляди укрупненной навески в поликультуре с растительноядными рыбами: Отчет о НИР /Саратовское отделение ФГБНУ ГосНИОРХ: рук. Хандожко Г.А. – Фонды СО ФГБНУ ГосНИОРХ, 2006. – 20 с.

Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе Ц.И., Максимова Л.П., Петрова В.В., Саватеева Е.Б., Салазкин А.А. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-Запада СССР //Известия ГосНИОРХ, 1968. Т.67. С. 205-229.

Разработать рекомендации по формированию и содержанию маточного стада стерляди в прудовых условиях IV рыбоводной зоны: Отчет о НИР //Саратовское отделение ФГБНУ ГосНИОРХ: рук. Легкодимова З.И. – Фонды СО ФГБНУ ГосНИОРХ, 2013. – 36 с.

Разработать биотехнику выращивания сеголеток стерляди как посадочного материала для зарыбления водохранилищ, отчлененных заливов и прудов»: Отчет о НИР Саратовского отделения ГосНИОРХ: Рук. темы Легкодимова З.И. – Фонды Саратовского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ». – Саратов. 1983, 68с.

Чебанов М.С., Гилич Е.В., Чмырь Ю.Н. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. М. 2004. с. 135

Шилов В.И. О расах, росте, созревании и повторности нереста стерляди Волгоградского водохранилища //Тр. ГосНИОРХ, т. 11, 1971. – С. 112-153.

ABSTRACT. During optimization of terms of working out of repair-fallopian herd of cterlet possibilities of increase of rate of height, reduction of terms of offensive of puberty of interspawning seasons are educed in the pond terms of IV of fish-breeder zone, and similarly, increases of working fecundity of producers.

СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ АМФИПОДЫ *GMELINOIDES FASCIATUS* STEBBING, 1899 (CRUSTACEA: AMPHIPODA) В ПЕТРОЗАВОДСКОЙ ГУБЕ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА

А.С. Лобанова

Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, selin911@bk.ru

Введение. Изучение закономерностей протекания биологических инвазий становится специальной областью биологических исследований. Этот процесс затронул и территорию бывшего СССР, занимающего основную часть Северной Евразии.

Можно предположить, что настоящий период изучения инвазий следует охарактеризовать как переходный от описаний фактов вселения видов в новые районы к анализу причин и последствий этого явления (1, с. 436).

Проблема биологических инвазий весьма актуальна для прибрежных и внутренних вод России. Вселение чужеродных видов животных и растений в природные сообщества в результате человеческой деятельности представляет собой своего рода "биологическое загрязнение". Такое "биологическое загрязнение" сравнимо по своим последствиям с другими видами загрязнения, а в ряде случаев ущерб окружающей среде от видов-вселенцев значительно превышает отрицательные последствия всех других антропогенных факторов. Более того, в отличие от большинства загрязняющих веществ, которые в водных экосистемах обычно разрушаются в ходе процессов самоочищения и поддаются эффективному контролю со стороны человека, успешно вселившиеся чуждые организмы могут размножаться и распространяться в окружающей среде часто с непредсказуемыми и необратимыми последствиями (2, с. 16).

Для Онежского озера проблема «биологического загрязнения», связанная с вселением байкальской амфиподы *G. fasciatus* появилась в 2001 году (4, с. 731).

Методы исследований. Материалом для данной работы послужили гидробиологические пробы, собранные в течение 2010 г., 2012 г. Отбор и обработку проб осуществляли в соответствии с отечественными руководствами по сбору пресноводного бентоса. Отбор проб производили модифицированным пробоотборником Панова-Павлова (6, с. 68; 7, с. 87).

Данные о размерно–весовых соотношениях вселенца были получены по результатам измерения самцов, самок с яйцами, самок без яиц и неполовозрелых особей с точностью до 0,1 мм. Сырую массу фиксированных в формалине особей *G. fasciatus* получали путем взвешивания после обсушки на фильтровальной бумаге. В зависимости от величины навески использовали торсионные весы с точностью 0,1 мг.

Все полевые данные обработаны математически в соответствии с эмпирическими закономерностями, установленными в процессе работы (5, с. 61). Для доказательства достоверности различий в показателях биомассы на двух мониторинговых станциях применялся метод χ^2.

Результаты исследований. Исследование полового состава, весовых и размерных показателей, соотношение половозрелых особей и особей на ювенильных стадиях в популяции *Gmelinoides fasciatus* в районе городского водозабора на ул. Московская (станция 1). Мониторинговая станция 1 (каменистый, прибойный биотоп, подвергающейся воздействию ливневых стоков). Роль антропогенного фактора изучали в Петрозаводской губе на станции наблюдения 1, в сравнении с результатами наблюдений на условно фоновой станции 2. Станции 1 и 2 характеризуются одинаковым типом биотопа (8, с. 15).

На литорали Петрозаводской губы в районе городского водозабора (МУП «Водоканал») возрастание численности рачков отмечалось в начале июня. Это было обусловлено периодом размножения, который у рачков данного вида начинается в середине мая и заканчивается в середине июня (первый период размножения).

Полученная средняя биомассы за период прохождения летней практики была сравнена с показателями биомассы амфиподы в районе Бараньего Берега.

Численность молоди в отбираемых пробах превосходила численность половозрелых особей практически вдвое (Рис.1), что является следствием первого периода размножения. Большее количество отобранной молоди практически достигло размеров взрослых особей.

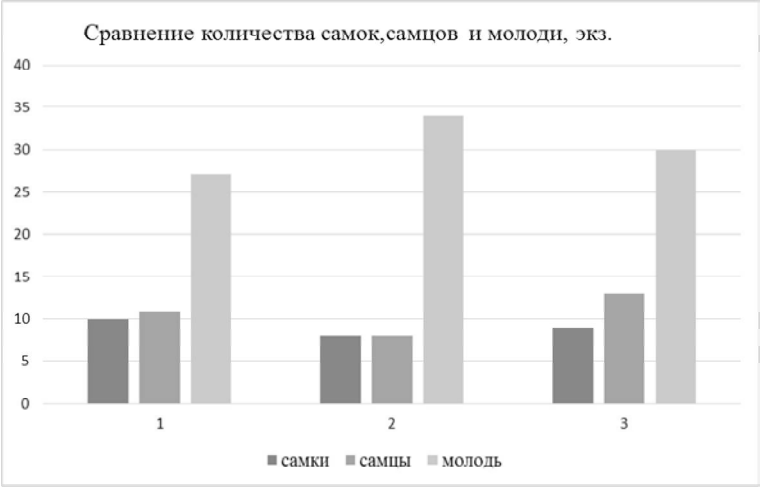


Рисунок 1 - **Численные показатели самцов, самок и молоди в трех отобранных пробах**

Самцы байкальской амфиподы превосходят в размерах самок в 1,5-2 раза, поэтому достаточно видны в пробе. Самки, попавшие в отбираемые пробы, по показателям длины имели небольшие колебания. Показатели длины самок варьировали в пределах 3–4,4. Длина самцов имела больший размах в значениях и варьировала в пределах 3,1–6,3.

Так как численность самцов превосходила численность самок, то их весовые показатели наиболее различны. Весовые показатели самцов варьировали в пределах 0,9–4,5 г, а самок в пределах 1–1,4 г.

Сравнение показателей биомассы *G. fasciatus* в районе городского водозабора и в районе Бараньего Берега (данные 2010 года). Мониторинговая станция 2 (каменистый, прибойный биотоп), средняя биомасса – 4,0 г/м^2 при средней численности 7000 экз./м^2. Динамика этих показателей на станции 1 были минимальными и составили 796 экз./м^2 и 1,1 г/м^2. Они были достоверно ниже (в 2-3 раза), чем на фоновой станции 2. В отличии от станции 1 на мониторинговой станции 2 первая немногочисленная молодь (с длиной тела не менее 1,5 мм) зарегистрирована уже в конце мая (8, с. 15).

При сравнении значений численности и биомассы байкальской амфиподы в районе городского водозабора и Бараньего Берега наблюдалось значительное преобладание этих двух значений в районе Бараньего Берега. Это объясняется наиболее благоприятными условиями для обитания *G. fasciatus* в этом районе. На литорали Онежской губы в районе городского водозабора пагубное влияние оказывает загрязнение сточных и ливневых вод.

Табличное значение χ^2 получается меньше фактической величины (11,07), что позволяет сделать вывод о том, что частота (распределение) биомассы в сравниваемых популяциях достоверно отличается. Распределение биомассы байкальской амфиподы на двух мониторинговых станциях представлено на рисунке 2.

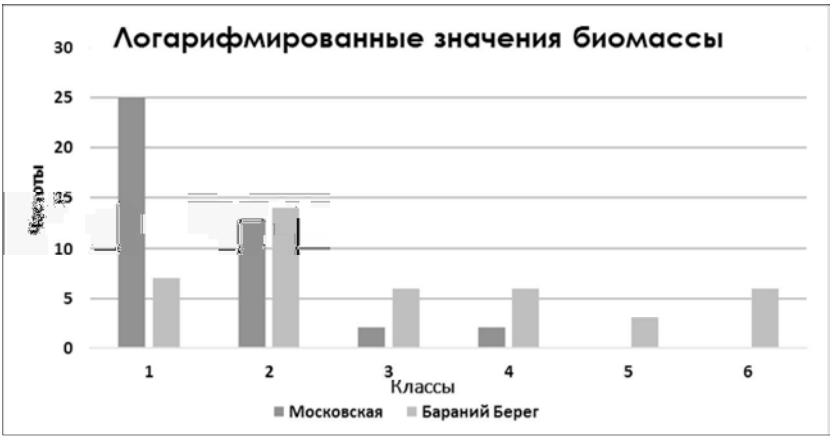


Рисунок 2 - **Распределение логарифмированных значений биомассы *G. fasciatus* на двух станциях Петрозаводской губы**

Загрязнение прибрежной зоны в районе станции 1 приводит к заметному изменению химического состава воды и донных отложений Петрозаводской губы. Так, в мае 2003 г. в районе станции 1 концентрация в донных отложениях нефтяных углеводородов была весьма высока (0,023 %) (3, с. 40).

Таким образом, показатели численности и биомассы на двух станциях достоверно отличаются. В районе городского водозабора при распределении показателей биомассы на частоты, наблюдается высокие показатели при небольших биомассах, что свидетельствует о преобладании в популяции молоди на момент взятия проб. В районе Бараньего Берега, наоборот, при большей биомассе показатели выше в сравнении со значениями, полученными в районе городского водозабора. В сравнении с фоновыми условиями (Бараний Берег) полученные показатели значений по городскому водозабору в 2-3 раза ниже. Это объясняется влиянием сточный вод на репродукцию и жизнедеятельность *G. fasciatus.* Соотношение полов на мониторинговой станции 1 составила 1:1. Соотношение половозрелых особей и особей ювенильных стадий составило 1:2.

Благодарности: Научному сотруднику Института водных проблем Севера Карн РАН к.б.н. Сидоровой Анастасии Ивановне за любезно предоставленные данные за 2010 год.

Литература

Алимов А.Ф., Богутская Н.Г. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 436 с.

Алимов А.Ф., Богутская Н.Г., Орлова М.И., Паевский В.А., Резник С.Я., Кравченко О.Е., Гельтман Д.В. Антропогенное распространение видов животных и растений за пределы исторического ареала: процесс и результат. В кн: Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. С.16-43.

Белкина Н.А. Химический состав донных отложений // Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2007. С 40–49.

Березина Н.А., Панов В.Е. 2003. Вселение байкальской амфиподы *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing) в Онежское озеро// Зоол. журн. Т. 82. Вып. 6. С. 731-734.

Ивантер Э.В., Коросов А.В. Основы биометрии. Петрозаводск, 1992.С. 61-63.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при ведении мониторинга биологического загрязнения на Финском заливе. Под ред.А.Ф. Алимова, Т.М. Флоринской. – Санкт-Петербург, 2005, 68 с.

Панов В.Е., Павлов А.М. Методика количественного учета водных беспозвоночных в зарослях камыша и тростника // Гидробиологический журнал. 1986. Т. 22. № 6. С. 87-88.

Сидорова А.И. Структурно-функциональные характеристики популяции байкальского вселенца *Gmelinoides fasciatus* Stebbing (Crustacea: amphipoda) на северной границе ареала (Онежское озеро) // Автореферат. С. 15-17.

ABSTRACT. Observations were conducted indices of abundance and biomass in the two habitats (Moscowskaya - affected by stormwater and Mutton coast - recreation area). Indicators of values obtained from municipal water intake compared with the baseline conditions (Mutton coast) is 2-3 times lower.

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕЛОГЛАЗКИ *ABRAMIS SAPA* PALLAS, 1814 ВЕРХОВЬЯ ВОЛЖСКОГО ПЛЕСА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Д.В. Львов, А.В. Гранин, И.Р. Шакиров, Т.А. Тележникова
Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Казань, dmitrij.lvov.1988@mail.ru

Белоглазка – малоценная мелкочастиковая рыба семейства карповых *Cyprinidae*, представитель рода *Abramis*. Имеет сжатое с боков тело, несколько более вытянутое в длину, чем у леща. Рыло толстое выпуклое, рот выдвижной, полунижний. Окраска серебристо-серая. Плавники сероватые, непарные с темными краями. Нижняя лопасть хвостового плавника удлиненная. Белоглазка образует жилую и полупроходную формы. Предпочитает биотопы с быстрым и умеренным течением, избегает пойменных водоемов, проявляя, таким образом, черты реофила (Атлас пресноводных рыб России, 2003).

Рассматриваемый вид имеет прерванный ареал обитания. В Европе белоглазка обитает преимущественно в бассейнах таких рек, как: Дунай (встречается вплоть до Вены), Днестр, Прут, Буг и др. Белоглазка распространена вдоль берегов Среднего и Южного Каспия (Эланидзе, 1983). Встречалась она и в бассейне Арала (Берг, 1949а).

В России основные места обитания белоглазки приурочены к бассейнам Черного, Азовского и Каспийского морей. Обычна она в водохранилищах волжского каскада, таких как: Куйбышевское, Саратовское и Волгоградское (Евланов и др., 1998). Но помимо основного ареала белоглазка есть также в реке Волхов и в Волховской губе Ладожского озера (Неелов, 1987). Представители данного вида единично встречаются в реках Вычегда и Северная Двина (Соловкина, 1975).

Белоглазка встречается во всех крупных реках Волжско – Камского края, но наиболее многочисленна в Куйбышевском и Чебоксарском водохранилищах. В Камском и Воткинском водохранилищах она редка (Кузнецов, 2005).

Белоглазка является промысловым видом, однако её доля в промысловых сетных уловах Куйбышевского водохранилища невелика и составляет в среднем 1,0–2,0% (Кузнецов, 2005). Можно утверждать, что в целом, в промысле белоглазка имеет второстепенное значение.

В наших контрольных уловах, проводившихся вблизи города Новочебоксарска, белоглазка попадалась преимущественно в пелагиальной зоне водохранилища (бывшее русло реки Волги и устье реки Цивиль) на глубине более 2-х метров. Представители рассматриваемого вида попадались как в ставные, так и в плавные сети с размером ячеи от 30 до 35 миллиметров, причем в ставных сетях с размером ячеи 35 мм белоглазка являлась доминирующим по численности видом (табл. 1). В сети с размером ячеи более 35 мм особи данного вида не попадались.

Таблица 1 - **Численное соотношение уловов ставных сетей с размером ячеи 35 мм в пелагиальной зоне верховья Волжского плеса Куйбышевского водохранилища, первая неделя июня 2015 г. (в процентах)**

белоглазка	густера	судак	окунь	лещ	стерлядь	плотва	язь	голавль	чехонь	бёрш
51,3	23,1	1,8	4,1	3,1	5,9	6,1	0,9	0,7	2,9	0,1

Размерный состав белоглазки в наших уловах (из ставных и плавных сетей в совокупности) представляли особи длиной тела от 14 до 25 сантиметров (промысловая длина) (рис. 1). Преобладающую группу составляли особи длиной 19 см (21,3%), при этом, средняя длина белоглазки в уловах равнялась 19,7±0,01 см (табл. 2). Также, значительную долю в уловах также составляли 18 и 20-сантиметровые особи (16,7 и 16% соответственно). Рыбы длиной менее 16 см представлены в нашем материале незначительно и составили в сумме всего 2% от численности всего нашего ихтиологического материала по данному виду. При этом самая мелкая особь составляла в длину 14 см при массе тела равной 52 грамма. Самая крупная же особь достигала длина 25 см и массы 319 гр.

Размеры белоглазки в сетных уловах верховья Волжского плеса Куйбышевского водохранилища сопоставимы с аналогичными показателями данного вида в других частях плёса (Кузнецов, 2005).

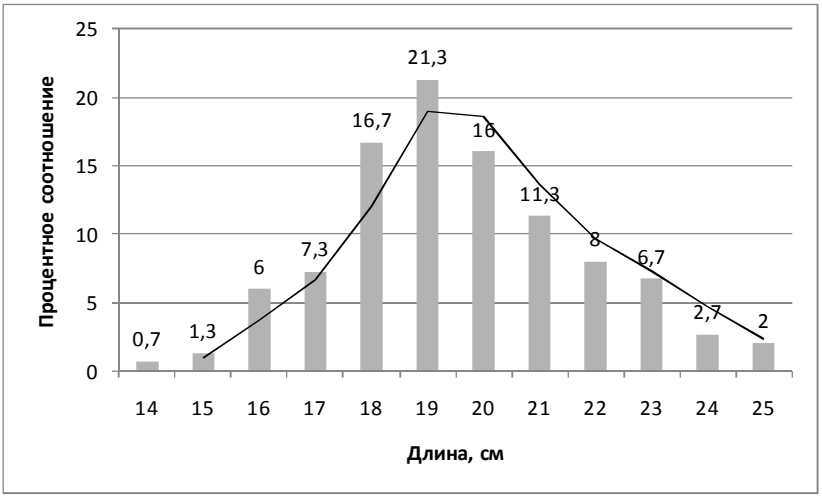


Рисунок 1 - **Размерное соотношение особей белоглазки в уловах верховья Волжского плеса Куйбышевского водохранилища, май – июнь 2015 г.**

Таблица 2 - **Размерный состав уловов белоглазки верховья Волжского плеса Куйбышевского водохранилища, май – июнь 2015 г.**

Длина, см												n	%	M±m, см
14	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**			
1	2	9	11	25	32	24	17	12	10	4	3	150		19,7±0,01
0,7	1,3	6,0	7,3	16,7	21,3	16,0	11,3	8,0	6,7	2,7	2,0		100	

Как было отмечено выше, отлов особей белоглазки производился ставными и плавными сетями, причем размер ячеи ставных сетей составлял от 30 до 35 мм, притом что, для лова на плаву использовались только 35-миллиметровые сети. Возможно, с этим связано то, что особи, попавшиеся в плавные сети, были в среднем немного крупнее особей из ставных сетей (рис. 2 и табл. 3). Также из представленных графических материалов видно, что, в ихтиологическом материале из ставных сетей преобладающую по численности группу составили 19-сантиметровые особи (24,8%). При этом особи длиной тела 18 и 20 см также составили значительную долю (19 и 16,5% соответственно). Доля самых мелких и самых крупных особей была незначительна (по 0,8%).

У белоглазок, попавшихся в плавные сети, преобладают особи длиной тела 21 см (20,7%), при этом, значительную долю в уловах также составляли 23-сантиметровые особи (17,2%), т.е. размерный ряд здесь как бы смещен вправо (в сторону более крупных особей) по сравнению с размерным рядом особей из ставных сетей (рис. 2). Также следует отметить, что, в ихтиологическом материале из плавных сетей отсутствуют 14 и 17-сантиметровые особи, что может быть связано с довольно низкой количественной выборкой данного материала (29 особей).

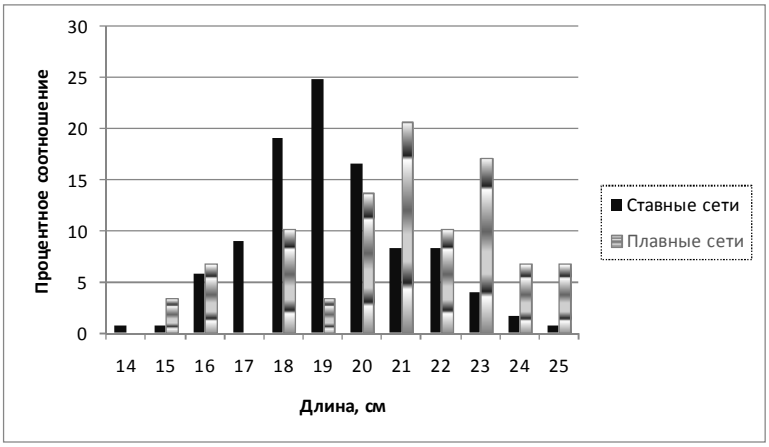


Рисунок 2 - **Размерное соотношение белоглазки в уловах ставными и плавными сетями верховья Волжского плеса Куйбышевского водохранилища, май – июнь 2015 г.**

Таблица 3 - **Размерный состав уловов белоглазки верховья Волжского плеса Куйбышевского водохранилища по сетям (сверху особи из ставных сетей, снизу – из плавных), в процентах (май-июнь 2015 г.)**

Сети	Длина, см												n	M±m, см
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
ставные	0,8	0,8	5,8	9,1	19,0	24,8	16,5	8,3	8,3	4,1	1,7	0,8	121	19,4±0,2
плавные	-	3,4	6,9	-	10,3	3,4	13,8	20,7	10,3	17,2	6,9	6,9	29	21,1±0,5

Возрастной состав белоглазки наших сетных уловов представлен тремя возрастными группами – 3-х, 4-х и 5-годовиками (табл. 4 и рис. 3). Подавляющее большинство составляли особи в возрасте 4 лет (поколение 2011 года) – 100 экземпляров (66,7%), из которых 4 особи были неполовозрелыми (4%). 3 и 5-годовалые особи (поколения 2012 и 2010 гг.) составили по 16 и 17,3% или 24 и 26 экземпляров соответственно. Причем среди особей в возрасте 3 лет 50% составляли неполовозрелые экземпляры. Среди особей достигших пятилетнего возраста неполовозрелых рыб не наблюдалось. Таким образом, можно сделать вывод о том, что, к 5-ти годам в верховье Волжского плеса Куйбышевского водохранилища белоглазка полностью становится половозрелой, притом что, уже к 4-м годам созревает большая часть представителей рассматриваемого вида на данном участке водохранилища.

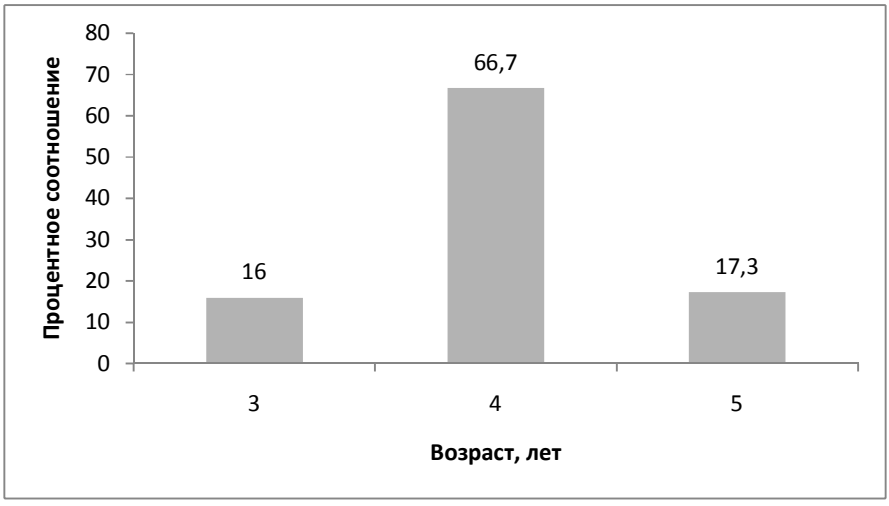


Рисунок 3 - **Возрастной состав уловов белоглазки верховья Волжского плеса Куйбышевского водохранилища, май – июнь 2015 г.**

Таблица 4 - **Возрастной состав уловов белоглазки верховья Волжского плеса Куйбышевского водохранилища, (май-июнь 2015 г.)**

Показатели	Возраст, лет			n
	3	4	5	
Количество особей (из них неполовозрелых), экз.	24 (12)	100 (4)	26 (0)	150
Доля возрастной группы, %	16,0	66,7	17,3	100
Поколение, год	2012	2011	2010	

Весной 2015 года первые самки белоглазки с текучими половыми продуктами стали попадаться 20 мая при температуре воды равной 12,5 °С. 22 мая, когда температура воды достигла отметки в 14,5 °С, нерест белоглазки приобрел массовый характер. Последние текучие самки попались нам 2 июня при прогреве воды до 18 °С. Самки, находящиеся на V стадии зрелости гонад, попадались в сети в русловой части рассматриваемого участка водохранилища (рис. 4).

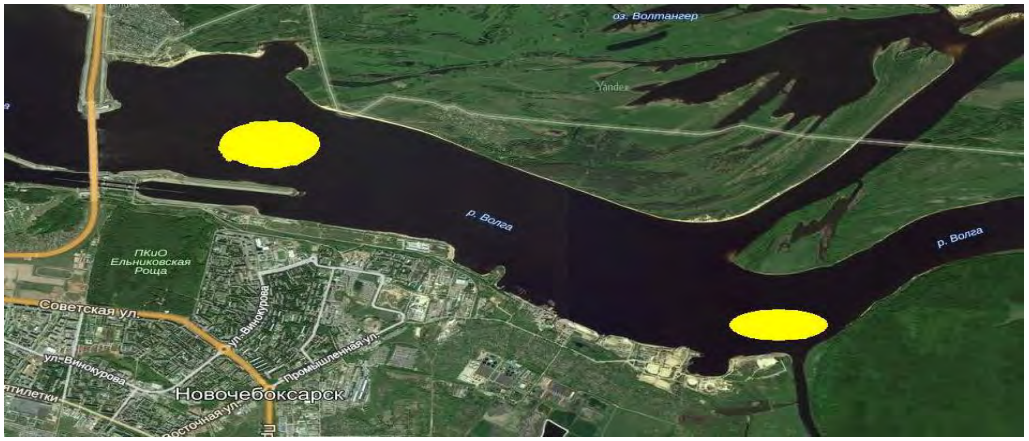


Рисунок 4 - **Места поимок самок белоглазки с текучими половыми продуктами (отмечены желтыми овалами)**

Соотношение самцов и самок белоглазки в наших сетных уловах было 42 к 58% в пользу последних. Данное соотношение полов близко к оптимальному.

Литература

Атлас пресноводных рыб России (под редакцией д.б.н. Ю.С. Решетникова). 2003. Т. 1. М.: «Наука». С. 195-196.

Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949а. Т. 2. 929 с.

Евланов И.А., Козловский С.В., Антонов П.И. Кадастр рыб Самарской области. Тольятти: ИЭВБ РАН, 1998. 222 с.

Кузнецов В.А. Рыбы Волжско – Камского края. Казань: «Идел-пресс», 2005. С. 114–116.

Неелов А.В. Природа Ленинградской области: Рыбы. Л.: Лениздат, 1987. 157 с.

Соловкина Л.Н. Рыбы Коми АССР. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1975. 166 с.

Эланидзе Р.Ф. Ихтиофауна рек и озер Грузии. Тбилиси: Мецниереба, 1983. 318 с.

ABSTRACT. This article provides the biological and morphological characteristics of white-eye, it is considered habitat habitat. Provides detailed size and age characteristics of white-eye upper reaches of the Volga Ples Kuibyshev reservoir. Presented by the age of sexual maturity of this species. Also, the characteristic of netting catches of this species. We give a comparison of the catches of white-eye shutters and a smooth network. We consider the terms of this type of spawning in the upper reaches of the Volga Ples Kuibyshev reservoir.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООПЛАНКТОНА ЗАЙМИЩЕНСКОГО УЧАСТКА ВОЛЖСКОГО ПЛЕСА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ДАННЫМ 2015 г.

П.А. Любин, С.В. Бердник

Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, plubin@mail.ru; sergey.berdnik@tatar.ru

Для рационального использования биологических ресурсов и принятия правильных административных решений, связанных с управлением биологическими процессами необходима своевременная информация по состоянию ключевых элементов экосистем. Зоопланктон является основным элементом как морских, так и пресноводных экосистем. Особую роль организмы зоопланктона играют в питании личинок и мальков рыб. Крупнейшим рыбохозяйственным водоемом нашего региона является Куйбышевское водохранилище. В 2015 г. Институт проблем экологии и недропользования (ИПЭН) выполнил комплексные гидробиологические исследования на Займищенском участке Волжского плеса. Одной из задач проведенных исследований было изучить качественный состав и количественные характеристики зоопланктона данного участка Куйбышевского водохранилища.

Отбор проб зоопланктона на реке Волга в районе Волжского плеса у станции Займище проводился 1, 2, 10 июня 2015 г. Постановка станций выполнялась по разрезам. Всего было выполнено 6 разрезов, 19 станций.

Пробы воды отбирались с ведром с поверхностного слоя в соответствии со стандартными гидробиологическими методиками (Методические рекомендации…, 1982, Руководство по методам, 1983). Пробы фиксировались 4% раствором формалина. Расчет биомассы зоопланктона проводился по формулам зависимости массы организмов от длины тела (Численко, 1968, Методические рекомендации, 1982). Для установления таксономической принадлежности организмов зоопланктона использовались определители (Определитель…, 1977, Определитель зоопланктона, 2010). Всего было отобрано 19 и изучено 19 проб зоопланктона просмотрено 15310 экземпляров зоопланктеров.

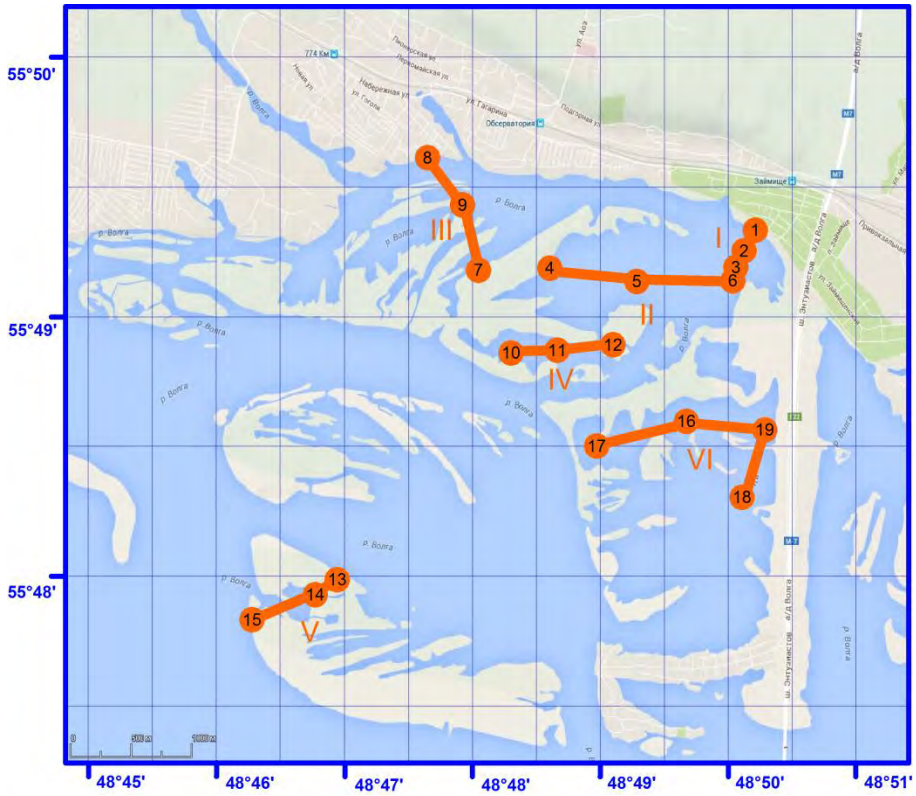


Рисунок 1 - **Карта-схема зоопланктонных станций на реке Волга в районе Волжского плеса у станции Займище, выполненных 1, 2, 10 июня 2015 г.**

По данным анализа майских сборов зоопланктона 2015 г. в Волжском плесе Куйбышевском водохранилище реки Волги в районе станции Займище обитает 41 вид планктонных беспозвоночных. Определенные виды относились к 18 семействам, 11 отрядам, 3 классам и 2 типам (таблица 1).

Таблица 1 - **Список видов планктонных беспозвоночных обитающих в Волжском плесе Куйбышевского водохранилищар. Волги по данным 2015 г.**

Тип	Класс	Отряд	Семейство	Вид	Сапробность
Rotifera	Eurotatotria	Monimotrochida	Conochilidae	*Conochilus unicornis* Rousselet, 1892	o (1,3)
			Filiniidae	*Filinia longiseta* Ehrenberg, 1834	β (2,3)
		Saeptiramida	Synchaetidae	*Polyarthra dolichoptera* Idelson, 1925	o (1,3)
				Polyarthra euryptera Wierzejski, 1891	o (1,2)
				Polyarthra vulgaris Carlin, 1943	β (2,1)
				Synchaeta longipes Gosse, 1887	o (1,2)
				Synchaeta pectinata Ehrenberg, 1832	β (1,7)
				Synchaeta stylata Wierzejski, 1893	o (1,2)
			Trichocercidae	*Trichocerca capucina* Wierzejski & Zacharias, 1893	β (1,5)
				Trichocerca cylindrica Imhof, 1891	β (1,5)
		Saltiramida	Asplanchnidae	*Asplanchna girodi* Guerne, 1888	o (1,4)
				Asplanchna priodonta Gosse, 1850	β (1,6)
				Asplanchna sieboldi Leydig, 1854	β (1,5)
		Transversiramida	Brachionidae	*Brachionus calyciflorus* Pallas, 1776	α (2,5)
				Brachionus diversicornis Daday, 1883	β (2)
				Brachionus plicatilis Müller, 1786	β (2)
				Brachionus quadridentatus Herman, 1783	β (2,2)
				Kellicottia longispina Kellicott, 1879	o (1,4)
				Keratella cochlearis Gosse, 1851	β (1,9)
				Keratella quadrata Müller, 1786	β (1,7)
			Euchlanidae	*Euchlanis dilatata* Ehrenberg, 1832	β (1,6)
			Lecanidae	*Lecane luna* Müller, 1776	β (1,6)
Arthropoda	Branchiopoda	Anomopoda	Bosminidae	*Bosmina coregoni* Baird, 1857	o (1,2)
				Bosmina longirostris Müller, 1785	β (1,6)
			Chydoridae	*Alonella excisa* Fischer, 1854	o (1,2)
				Chydorus sphaericus Müller, 1785	β (1,8)
			Daphniidae	*Ceriodaphnia quadrangula* O.F. Müller, 1785	o (1,4)
				Daphnia cucullata Sars, 1862	β (1,7)
				Scapholeberis mucronata O.F. Müller, 1776	β (2)
			Macrothricidae	*Macrothrix laticornis* Jurine, 1820	β (1,7)
		Ctenopoda	Sididae	*Diaphanosomao rghidani* Negrea, 1982	
				Limnosida frontosa Sars, 1862	o (1,4)
				Sida crystallina Müller, 1776	o (1,4)
		Haplopoda	Leptodoridae	*Leptodora kindti* Focke, 1844	
		Onychopoda	Polyphemidae	*Polyphemus pediculus* (Linnaeus, 1761)	o (1,3)
	Maxillopoda	Calanoida	Temoridae	*Eurytemora velox* Lilljeborg, 1853	
		Cyclopoida	Cyclopidae	*Cyclops abyssorum* Sars, 1863	
				Cyclops strenuus Fischer, I851	β (2,2)
				Mesocyclops leuckarti Claus, 1857	β (1,7)
				Thermocyclops crassus Fischer, 1853	
				Thermocyclops oithonoides Sars, 1863	o (1,3)

Наиболее богато видами представлены коловратки (класс Eurotatotria). На их долю приходится более половины всех планктеров, встреченных в пробах (рис. 2). Второе место по числу видов в составе зоопланктоных сообществ занимают ветвистоусые рачки (Branchiopoda) – 32% от общего числа видов. Наименьшее количество таксонов приходилось на долю веслоногих рачков Maxillopoda – 6 видов.

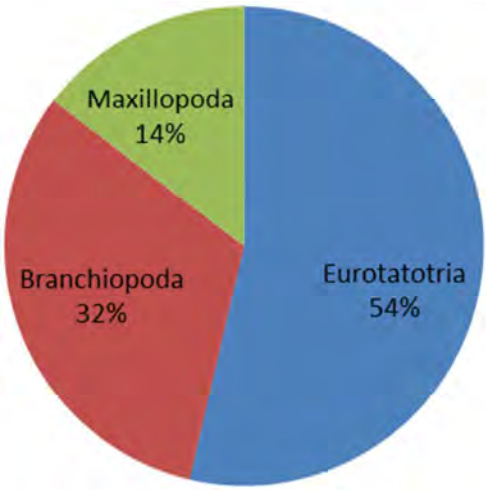


Рисунок 2 - **Таксономическая структура зоопланктона в Волжском плесе Куйбышевского водохранилищар. Волги по данным 2015 г.**

Как правило на станциях, как и в целом по району исследования, доминируют по количеству видов коловратки (Rotatoria), доля которых доходит до 75% от общего числа видов на станции. Исключение составляет станция 17, на которой соотношение макротаксонов было практически равным. Соотношение ветвистоусых и веслоногих рачков на станциях значительно отличается от общей картины в целом по району исследования. Как правило, на станциях количество видов веслоногих рачков преобладает над количеством видов ветвистоусых, имеющих в целом по району более высокое видове разнообразие.

По численности в сообществе зооплантона Займишенского участка Куйбышевского водохранилища также как и видовому разнообразию преобладают коловратки на их долю приходится около 70% общей численности всех зоопланктеров. На долю ветвистоусых рачков приходится чуть менее четверти от общей численности организмов, а численность веслоногих рачков составляет всего 7%.

Численность зоопланктеров в поверхностном горизонте на станциях в период исследования колебалась от 6,8 до 1036,6 тыс. экз./м^3 (рис. 3). В среднем по району исследования численность зоопланктеров составила 195,9±58,7 тыс. экз./м^3.

Наименьшая численность наблюдалась на станциях пятого разреза, наиболее близкого к русловой части реки Волги. Увеличение численности наблюдалось к северо-восточной части района исследования, а наибольшая численность была отмечена для станций первого и шестого разрезов наиболее близко расположенных к западному берегу дамбы Займищенского моста. Причиной не равномерного распределения могли стать погодные условия (слабый, но продолжительный юго-восточный ветер), наблюдавшиеся в районе исследования за несколько дней до времени отбора проб.

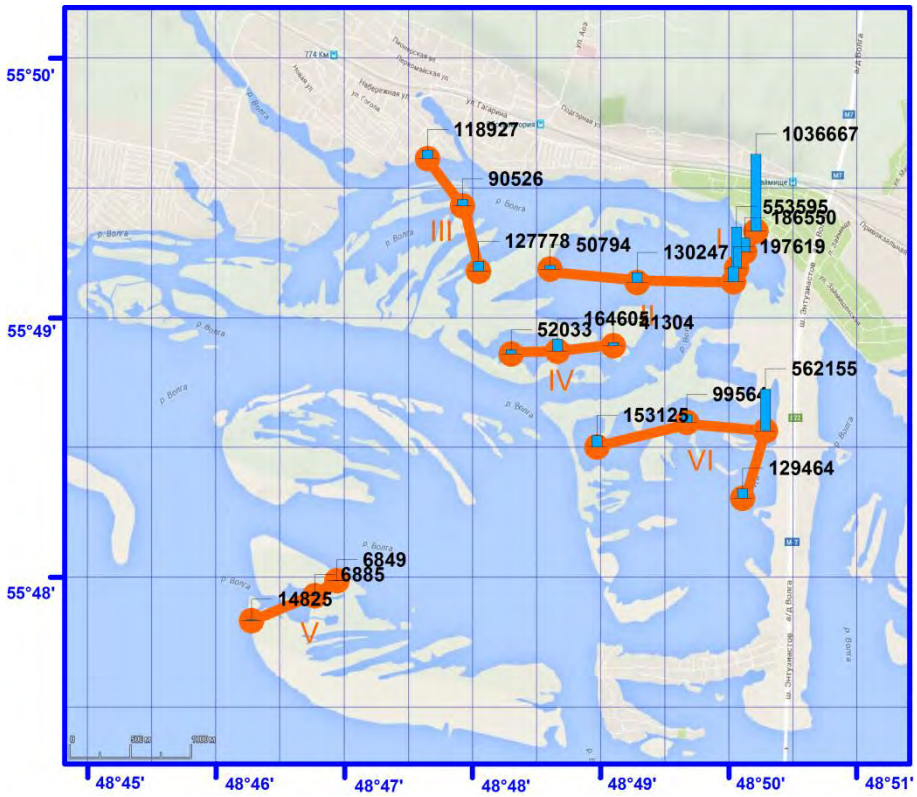


Рисунок 3 - **Карта распределения численности зоопланктона на реке Волга в районе Волжского плеса у станции Займище, выполненных 1,2 10 июня 2015 г. (экз./м^3)**

Макро таксономическая структура зоопланктона по численности на станциях в районе исследования не однородна. На большей части станций преобладают коловратки их доля по численности в структуре сообщества может достигать 97%. Наиболее сильно доминирование коловраток наблюдалось на станциях первого разреза за счет массового развития видов рода *Asplanchna: A. priodontaиA. sieboldi*.Доминирование веслоногих рачков было отмечено

на станциях 10 и 12 четвертого разреза, на участке наиболее сильно испытавшего воздействия дампинга грунта. Ветвистоусые рачки преобладали на большей части станций 6 разреза, отбор на котором производился через неделю после основных работ. Возможно, за время небольшой (всего одна неделя) задержки структура зоопланктона могла перестроится и вместо весеннего комплекса, с доминированием коловраток на втором этапе отбора проб был зафиксирован летний комплекс планктоннных сообществ с доминированием ветвистоусых рачков.

Биомасса зоопланктона в районе исследования колебалась от 0,037 до 58,421 г/м^3 (рис. 4). Средняя биомасса зоопланктона на исследованном участке Волжского плеса составила 6,836±3,258 г/м^3. Наибольшая биомасса была отмечена на станциях первого разреза, в самой северо-западной точке. Наименьшая биомасса зоопланктеров наблюдалась на станциях наиболее близко расположенных к фарватеру на разрезе 5. На этом участке биомасса зоопланктона не превышала 0,138 г/м^3.

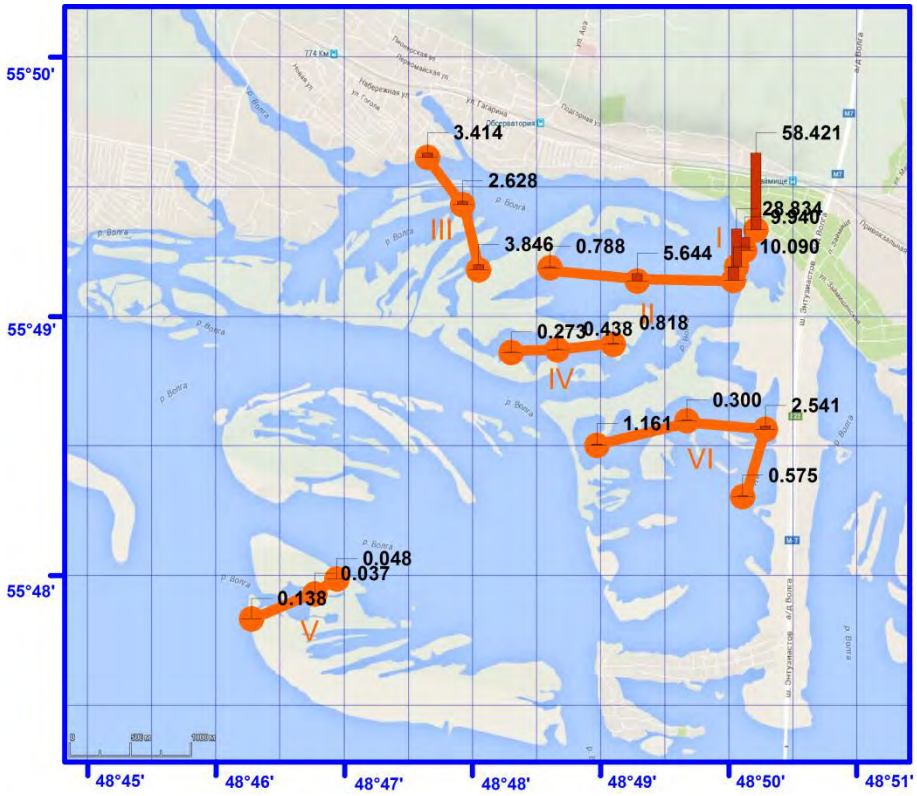


Рисунок 4 - **Карта распределения биомассы зоопланктона на реке Волга в районе Волжского плеса у станции Займище, выполненных 1,2 10 июня 2015 г. (г/м^3)**

По биомассе в районе исследования доминировали также коловратки. На их долю приходится до 95% общей биомассы зоопланктона. Доля ветвистоусых и веслоногих ракообразных незначительна и в сумме не превышает 5%.

Проведенный анализ зоопланктонных проб из Займищенского участка Волжского плеса Куйбышевского водохранилища показал, что в начале лета в структуре планктонных сообществ как по разнообразию так и по данным численности и биомассы преобладают коловратки. Однако в уже в первой декаде июня наблюдается постепенная смена в структуре сообществ с доминирования коловраток на доминирование ветвистоусых рачков.

Литература

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция / Ред. Винберг Г.Г., Лаврентьева Г.М. –Л.: ГосНИОРХ, –1982. – 34с.

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Том 1. Зоопланктон / Ред. Алексеев В.Р., Цалолихин С.Я. –М.: Товарищество научных изданий КМК, – 2010. – 495с.

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова. Л.: Гидрометеоиздат, –1983. – 239с.

Численко Л.Л. Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела (морской мезобентос и планктон). Л.: изд-во Наука, -1968. -108 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (планктон и бентос)/ Отв. Ред. Кутикова Л.А., Старобогатов Я.И. – Л.: Гидрометеоиздат,.- 1977. -511 с.

ABSTRACT. In June 2015 were studied the species composition and quantitative characteristics of zooplanktonaZaymischenskiy place Volga reach of the Kuibyshev reservoir. Studies have shown that at the beginning of the summer season in the study area inhabited by 41 species of planktonic invertebrates, belonging to 18 families, 11 orders, 3 classes and 2 types. The average numbers of zooplankton was 195.9±58.7 thousands individuals per m3. The average biomass of zooplankton was 6,836±3,258 g / m3. Rotifers usually were dominated In structure community at stations, but in the first decade of June, the gradual change in the community structure from rotifers dominance to cladocerans dominance were found.

ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕВСКОЙ ГУБЫ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

О.А. Ляшенко, Е.С. Светашова, С.Б. Екимова, А.М. Пономаренко, Г.Ф. Ляшенко, Е.В. Колосовская

Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга (ГосНИОРХ), Санкт-Петербург, strannik892@gmail.com

Невская губа Финского залива Балтийского моря – акватория, расположенная в черте мегаполиса, подвержена интенсивному антропогенному воздействию. Результаты гидрохимического мониторинга свидетельствуют, что в ряду анализируемых в воде Невской губы загрязняющих веществ (неорганических и органических) в качестве наиболее значимых токсикантов можно выделить тяжёлые металлы, приоритетным из которых является медь. Отмечается отсутствие существенного (по сравнению с ПДК) загрязнения нефтепродуктами (Экосистема эстуария…2008). В то же время поступление в воду нефтепродуктов - актуальная проблема акватории восточной части Финского залива и, в частности, Невской губы, поскольку, через неё осуществляется транзит большого количества нефтепродуктов и интенсивное движение водного транспорта.

Исследования содержания тяжёлых металлов и нефтепродуктов в воде и донных отложениях, а также токсичности среды обитания гидробионтов методом биотестирования проводили в Невской губе в 2006-2007 гг. и 2012-2015 гг.

Отбор проб воды осуществляли батометром Паталаса из поверхностного слоя, донных отложений – дночерпателем Петерсена.

Анализ проб для определения содержания тяжёлых металлов проводили атомно-абсорбционным методом по утвержденным методикам (Методика количественного… М 03-505-119-08; Методика количественного …М 02-902-125-2005) Содержание нефтепродуктов в пробах воды и донных отложений определяли методом ИК-спектрофотометрии с использованием соответствующих методик (Методика выполнения измерений…1998; Методика выполнения измерений…1995).

Оценку степени загрязненности какого либо звена экологической системы водоема производили путем сравнения реальной концентрации того или иного ингредиента с его нормированной концентрацией в этом звене. Так, степень загрязненности проб воды оценивали сравнением определённой концентрации с нормативом – предельно допустимой концентрацией (ПДК) в воде рыбохозяйственных водоемов (Приказ Федерального агентства…2010). В отсутствие официально утверждённых нормативов содержания тяжёлых металлов в донных отложениях, оценку степени их загрязненности проводили сравнением величин определяемых концентраций с известными из литературных источников средними концентрациями тяжёлых металлов в почвах или с региональными

(Санкт-Петербург) нормативами для стандартных донных отложений (Виноградов, 1967; Нормы и критерии . 1996).

Токсичность воды и донных отложений оценивали с помощью стандартного тест-объекта – ракообразного *Daphnia magna* в лабораторных условиях по методике ФР.1.39.2007.03222, разработанной ООО «Акварос», допущенной для целей государственного экологического контроля, и аттестованной в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96 и ГОСТ Р ИСО 5725 – 2002 (Части 1-6) (Методика определения токсичности... 200)].

Острые опыты (кратковременное биотестирование) позволяют оценить токсичность пробы по выживаемости тест - организмов уже через 96 часов, Критерием острой токсичности является гибель 50 и более процентов дафний за период времени до 96 часов в тестируемой пробе по сравнению с контролем.

Хроническое биотестирование представляет собой наблюдение за тест - объектами в течение 20 дней и более, что дает возможность выявить влияние тестируемой пробы на тест – объект по двум тест-функциям: выживаемости и плодовитости.

Результаты исследований показали, что концентрации тяжёлых металлов в воде Невской губы изменялись от величин ниже предела определения до 0,131 мг/л (цинк), 0,004 мг/л (кадмий), 0,020 мг/л (свинец) и 0,026 мг/л (медь). Содержание марганца изменялось от 0,001 до 0,270 мг/л. Концентрации кадмия за весь период наблюдений не превышали ПДК, наибольшая доля проб с превышением ПДК отмечена для концентраций меди (рис.1).

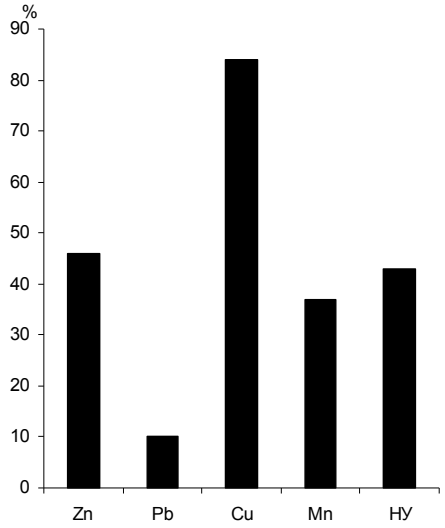


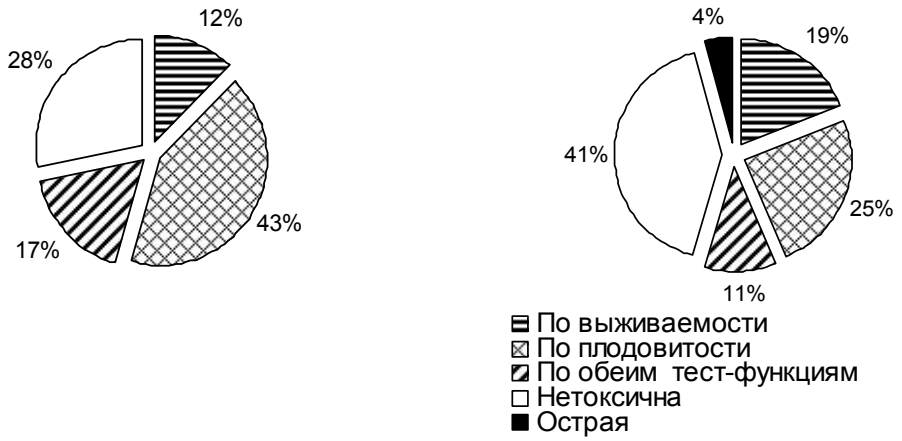
Рисунок 1 – **Доля проб воды Невской губы с превышением ПДК цинка, свинца, меди, марганца, нефтепродуктов (НУ)**

Содержание цинка в донных отложениях Невской губы изменялось от 2,61 до 312,7 мг/кг, кадмия – от 0,02 до 3,25 мг/кг, свинца – от 0,68 до 31,01 мг/кг, меди – от 0,92 до 66,30 мг/кг, марганца – от 20,60 до 232,94 мг/кг. Содержание свинца не превышало региональный норматив, а марганца - средних для почв мира концентраций Региональные нормативы содержания цинка были превышены только в 5% проб, меди – 3%, тогда как концентрации кадмия превышали нормативы в 20% проб донных отложений

Содержание нефтепродуктов в воде Невской губы изменялось от 0,01 до 0,30 мг/л (6 ПДК). Концентрация нефтепродуктов превышала ПДК менее чем в половине проб воды (рис. 1), при этом пробы, концентрация нефтепродуктов в которых не превышала 2 ПДК, составляли 93%.

Содержание нефтепродуктов в донных отложениях изменялось от 3,6 до 3832,2 мг/кг. Наиболее часто отмечаемые в донных отложениях Невской губы концентрации нефтепродуктов составляли 50-100 мг/кг (41%), а суммарная доля проб с концентрациями нефтепродуктов, не превышающими целевой уровень по региональным нормативам, составила 83%. Максимальные концентрации нефтепродуктов в донных отложениях были приурочены к мелкодисперсным грунтам акваторий с интенсивным нефтяным загрязнением, расположенным преимущественно в черте г. Санкт - Петербурга.

Результаты лабораторных опытов по оценке токсичности воды и донных отложений Невской губы показали, что острая токсичность отсутствовала у всех проб воды и была выявлена только для незначительной доли проб донных отложений (рис.2). В то же время доля проб, для которых токсичность не выявлена даже в хроническом опыте, оказалась выше среди проб донных отложений.

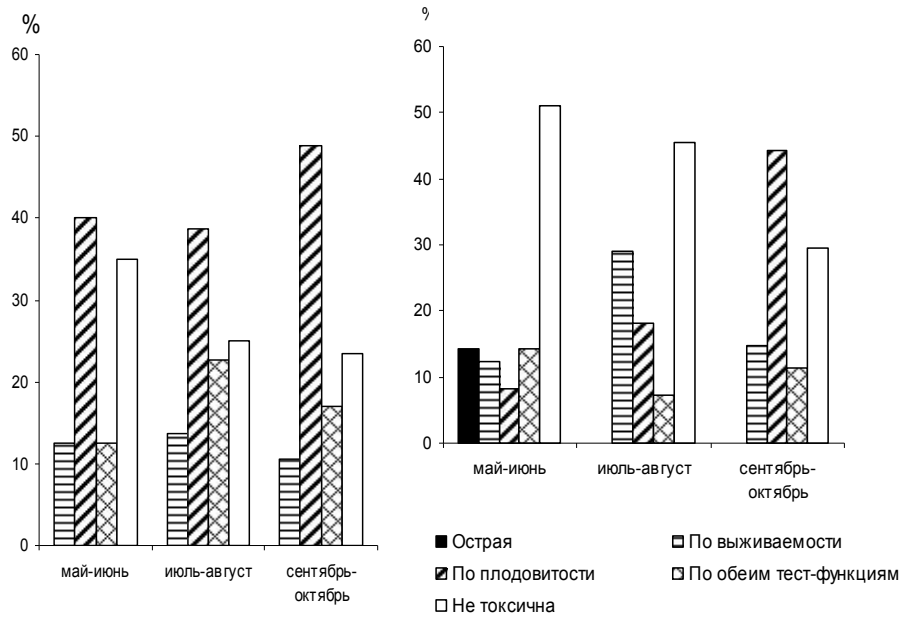


А Б

Рисунок 2 – **Доля проб воды (А) и донных отложений (Б) с различной выраженностью токсичности. Токсичность по выживаемости и плодовитости определена для проб, не оказавших токсичного воздействия в остром опыте**

Доля проб воды, для которых была выявлена токсичность по плодовитости, значительно превышала таковую среди проб донных отложений. В сумме с пробами, токсичность которых выявлена по обеим тест-функциям, они составили 60% для воды и только 36% - для донных отложений (рис. 2).

Наблюдения в течение безлёдного периода позволили оценить сезонные изменения токсичности воды и донных отложений (рис. 3). В обеих средах по данным хронических опытов было отмечено повышение токсичности воды в осенний период.



А Б

Рисунок 3 – **Сезонные изменения токсичности (по данным хронического опыта) воды (А) и донных отложений (Б) Невской губы**

Среди проб воды Невской губы в течение всего периода наблюдений с мая по октябрь наибольшую долю (с максимумом в осенний период) составляли пробы, оказывающие хроническое токсичное воздействие по плодовитости тест-объектов. В сумме с пробами, оказавшими токсичное воздействие по обеим тест-функциям, их доля от весны к осени возросла от 53 до 66% Доля проб донных отложений, токсичных по плодовитости, также возрастала от весны к осени (с 22 до 56% в сумме с пробами, токсичными по обеим тест-функциям). Доля проб воды и донных отложений, не оказывающих токсичного воздействия, с весны-начала лета к осени уменьшалась. Острая токсичность проб донных отложений была отмечена только весной в 2012 и 2013 гг.

Таким образом, по результатам исследований можно отметить, что, как и в предшествующие годы наблюдений, в воде Невской губы наиболее часто отмечается превышение ПДК меди. Максимальные концентрации меди, цинка и марганца характеризовали уровень загрязнения воды Невской губы как «высокий» (Метод комплексной...2002), однако, наблюдались в единичных случаях. Аналогичный уровень загрязнения этими металлами отмечался и по данным предыдущих исследований (Экосистема эстуария…2008).

Содержание свинца и марганца в донных отложениях не превышало условных нормативов, пробы с превышением нормативов содержания цинка и меди составили не более 5%. Наибольшая доля проб с превышением регионального норматива (20%) отмечена для кадмия, причём накопление этого металла в донных отложениях происходит на фоне его низких концентраций в воде, не превышающих ПДК.

Концентрация нефтепродуктов превышала ПДК менее чем в половине проб воды, более 90% составили пробы с концентрацией, не превышающей 2 ПДК. Доля проб с содержанием нефтепродуктов в донных отложениях, не превышающим целевой уровень, составила 83%, что не позволяет говорить о высоком уровне загрязнения акватории Невской губы нефтепродуктами.

Результаты исследований токсичности среды обитания гидробионтов в Невской губе показали, что все пробы воды и абсолютное большинство проб донных отложений не оказывали острого токсичного воздействия на тест-объекты. Проявления хронической токсичности в той или иной степени отмечены на всех станциях во все годы наблюдений: у большинства проб воды и донных отложений выявлено токсичное воздействие по тест-функциям «выживаемость» и (или) «плодовитость». В воде Невской губы, возможно, присутствует фактор, оказывающий отрицательное воздействие на репродуктивную функцию гидробионтов.

В целом состояние акватории Невской губы можно охарактеризовать как хронически токсичное.

Литература

Виноградов А.П. Введение в геохимию океана. М.: Наука, 1967.190 с.

Метод комплексной оценки степени загрязнённости поверхностных вод по гидрохимическим показателям. РД 52.24.643-2002. Ростов-на-Дону. 2002

Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний ФР.1.39.2007.03222, допущенная для целей государственного экологического контроля, разработанной ООО «Акварос» и аттестована в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96 и ГОСТ Р ИСО 5725 – 2002 (Части 1-6). М.: 2007.

Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в природных и сточных водах методом ИКС. М.: 1995. 9 с.

Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в почвах и донных отложениях методом ИКС. М.: 1998. 15 с.

Методика количественного химического анализа М 03-505-119-08, Определение металлов в питьевой, минеральной, природной, сточной воде и в атмосферных осадках атомно-абсорбционным методом,

Методика количественного химического анализа М 02-902-125-2005. Определение металлов в почвах и донных отложениях атомно - абсорбционным методом.

Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга. Региональный норматив. СПб.: 1996. 20 с.

Приказ Федерального агентства по рыболовству «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения от 18 января 2010 г. М.: 204 с.

Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2008. 477 с.

ABSTRACT. By the results of investigation of water and bottom sediments of the Neva Bay of the Gulf of Finland was defined that the concentration of copper, zinc, manganese and lead were higher then content standard in some part of the water samples. The most part of the sediments samples with metal concentration exceeding the regional standards was marked for cadmium. The concentration of oil products exceeded the content standard in less than half of the water samples, the oil products content in sediments in the most cases was lower then target level. By the results of bioassay the Neva Bay can be characterized as chronic toxicity.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ БЕЛУГИ *HUSO HUSO* LINNAEUS,1758 ВОЛЖСКО-КАСПИЙСКОГО БАССЕЙНА ЗА 2012-2015 гг.

Е.Г. Макарова, Н.В. Козлова, М.А. Барегамян, Н.Н. Базелюк
Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Астрахань,
alisa-m83@rambler.ru

В настоящее время численность осетровых рыб в Волжско-Каспийском бассейне очень низкая. В наиболее угрожающем состоянии находится белуга (*Huso huso*) – самый крупный представитель семейства осетровые (*Acipenseridae*), отряда осетрообразные (*Acipenseriformes*). Белуга характеризуется наибольшей продолжительностью жизни и поздней половозрелостью: самки – в возрасте 16-18 лет, самцы – 12-14 лет, по сравнению с другими представителями отряда (Анисимова, Лавровский, 1983).

Белуга относится к группе малохромосомных осетров, характеризующихся наличием 120 хромосом и диплоидным типом наследования (Ludwig et al., 2001). При значительном сокращении численности белуги в течение последних лет (Ходоревская и др., 2012) актуальным становится исследование генетических процессов и генетического разнообразия этого ценного вида осетровых рыб.

Современные методы молекулярной генетики включают анализ аллельного состава микросателлитных локусов ядерной ДНК (STR-анализ). Эти маркеры наследуются независимо, позволяют оценить генетическое разнообразие и обладают чувствительностью к прохождению популяцией через генетическое «горлышко бутылки» или фазу низкой численности (Kimmel et al., 1998; King et al., 2000). Расчет индекса Гарза-Вильямсона позволяет выявлять недавнее прохождение популяцией через эту стадию. Согласно литературным данным значения этого показателя ниже 0,7 свидетельствуют о прохождении популяции через фазу низкой численности (Бондарь, 2014; Бакаева, 2013).

Цель нашей работы состояла в анализе материалов по молекулярно-генетическим исследованиям белуги естественной популяции Волжско-Каспийского бассейна.

Материалом для исследований служили пробы фрагментов плавников белуги в количестве 9 экз., отловленной в Каспийском море в период с 2012 по 2015 гг.

Выделение геномной ДНК из фрагментов плавников проводили солевым методом (Aljanabi, Martinez, 1997). Контроль качества ДНК осуществляли на спектрофотометре BioRad SmartSpec Plus. Выделенную ДНК хранили при температуре 20 ºС до использования. Амплификацию ДНК, выделенной из образцов, осуществляли в термоциклерах BIORAD C-1000 и BIORAD S-1000, в оптимизированных условиях (Zane et al., 2002; Барминцева и Мюге, 2013).

Микросателлитный анализ проводили по пяти локусам ядерной ДНК: An20, Afug41, Afug51, AoxD165, AoxD161-1 с флуоресцентными метками (табл. 1).

Таблица 1 - **Локусы для микросателлитного анализа**

Локус	Последовательность (5'-3')	Флуоресцентная метка	Диапазон аллелей, п.н.
An20	F:AATAACAATCATTACATGAGGCT R:TGGTCAGTTGTTTTTTTATTGAT	VIC	145-177
Afug41	F:TGACGCACAGTAGTATTATTTATG R:TGATGTTTGCTGAGGCTTTTC	FAM	221-269
Afug51	F:ATAATAATGAGCGTGCTTTCTGTT R:ATTCCGCTTGCGACTTATTTA	VIC	252-264
AoxD165	F: TTTGACAGCTCCTAAGTGATACC R: AAAGCCCTACAACAAATGTCAC	PET	172-184
AoxD161-1	F:CATTCAGTATGAGACAGACACTC R:ATCTCAGGGACTGCTGTGATTGG	FAM	280-300

Амплифицированные продукты подвергали капиллярному электрофорезу в секвенаторе Genetic Analyzer 3500 и анализу STR-спектров ядерной ДНК в программе GeneMapper 4.1. Статистические расчеты проводили с применением компьютерных программ MSExel GenAlEx6 (Peakall, Smouse, 2006), Arlequin 3.1 (Excoffier et al., 2005).

На рисунке 1 приведен пример электрофореграммы, отражающий гомо- и гетерозиготное состояние трех локусов ядерной ДНК белуги и диплоидность организма. Пики локусов An20 и AoxD165, находящихся в гомозиготном состоянии, отражают два аллеля с одинаковой длиной: 149 пар нуклеотидов (п.н.) и 178 п.н. соответственно. Локус Afug41 является гетерозиготным, в нем наблюдается два аллеля разной длины 229 п.н. и 237 п.н.

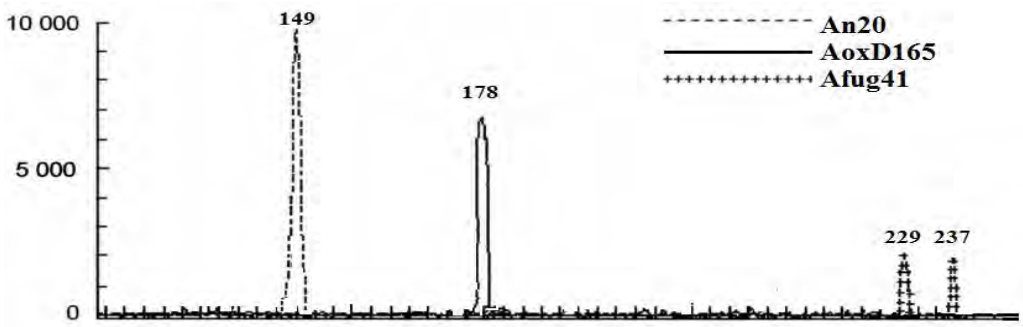


Рисунок 1 - **Пример результатов генотипирования микросателлитной ДНК белуги**
По оси абсцисс отложена длина аллелей локусов в парах нуклетидов, по оси ординат - интенсивность пиков в относительных флуоресцентных единицах

Микросателлитный анализ пяти локусов ядерной ДНК (Afug41, An20, Afug51, AoxD165, AoxD161-1) выявил наибольший полиморфизм участка гена Afug41 (9 аллелей). Локусы An20 и Afug51 были наименее полиморфными, в них было выявлено по 4 аллеля, в локусах AoxD165 и AoxD161-1 наблюдалось по пять аллелей. В локусах AoxD161-1, An20, AoxD165 и Afug51 доминировало по одному аллелю 284 п.н., 149 п.н., 178 п.н. и 264 п.н. соответственно, с частотами более 0,5. В локусе Afug41 доминировали три аллеля 225 п.н., 237 п.н. и 241 п.н., с частотами не более 0,25 (рис. 2). Доминирующие аллели совпадали с описанными данными в работе Барминцевой и Мюге (2013).

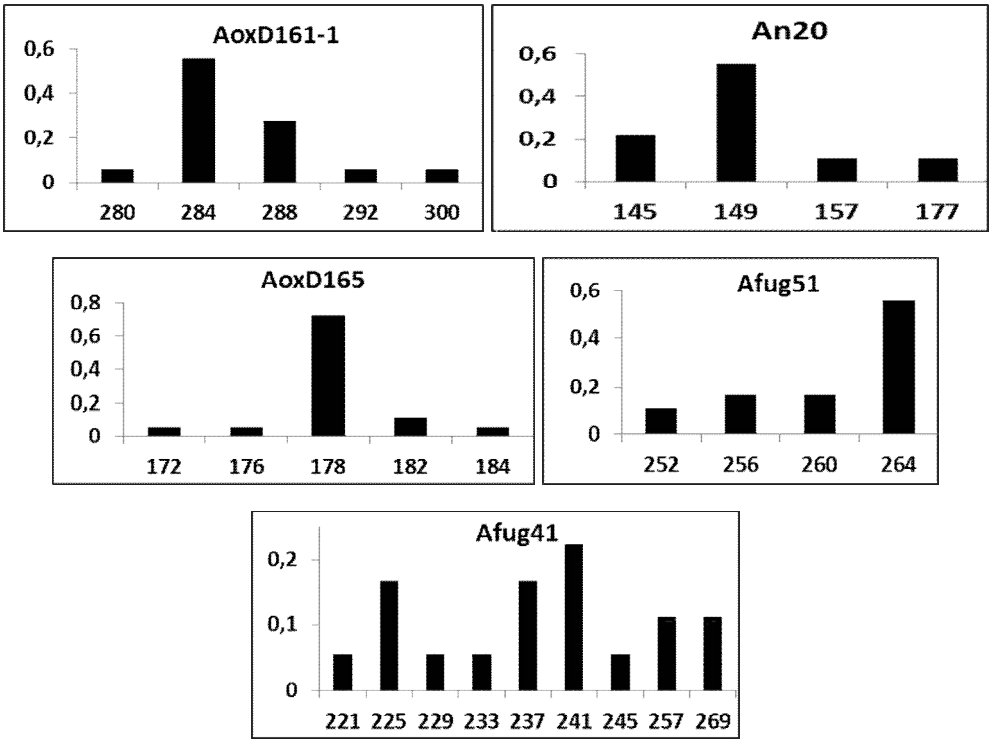


Рисунок 2 - **Распределение частот аллелей пяти микросателлитных локусов ядерной ДНК белуги**

По оси абсцисс отложена длина аллелей локусов в парах нуклеотидов, по оси ординат – аллельные частоты, выраженные в долях

Количество аллелей в микросателлитных локусах ядерной ДНК, наблюдаемая и ожидаемая гетерозиготность являются наиболее общими показателями генетического разнообразия популяции. Значение наблюдаемой гетерозиготности близкое к единице и преобладание наблюдаемой над ожидаемой гетерозиготностью характеризуют высокое генетическое разнообразие

биоорганизмов (Айала, 1984). В наших исследованиях ожидаемая гетерозиготность была невысокой и составила 0,46-0,62 по четырем локусам, только в локусе Afug41 ее значение было выше - 0,86. Наблюдаемая гетерозиготность превышала ожидаемую по трем локусам (An20, Afug51 и AoxD161). В локусах Afug41 и AoxD165 наблюдалось преобладание ожидаемой гетерозиготности над наблюдаемой (табл. 2).

Таблица 2 - **Показатели генетического разнообразия белуги**

Показатели генетического разнообразия	**Микросателлитные локусы**				
	Afug41	**An20**	**Afug51**	**AoxD165**	**AoxD161-1**
Количество аллелей	9	4	4	5	5
Наблюдаемая гетерозиготность	0,67	0,67	0,78	0,44	0,78
Ожидаемая гетерозиготноть	0,86	0,62	0,62	0,46	0,61
Индекс фиксации Райта	0,22	-0,08	-0,25	0,03	-0,29
Индекс Гарза-Вильямсона	0,18	0,12	0,31	0,38	0,24

Индекс фиксации Райта, позволяющий оценить уровень инбридинга, принимает значения выше и ниже нуля, указывая на недостаток и избыток гетерозигот соответственно (Weir, Cockerham, 1984). Отрицательное значение индекса фиксации Райта было отмечено в трех локусах из пяти. По локусам Afug41 и AoxD165 значение индекса фиксации было выше нуля, что свидетельствует о дефиците гетерозигот, который часто может быть обусловлен инбридингом (табл. 2).

Индекс Гарза-Вильямсона стремится к 1 в стабильно развивающихся популяциях и близок к нулю в популяциях, проходящих через генетическое «горлышко бутылки». При резком снижении численности популяции происходит утрата тех или иных аллелей и резкое обеднение генетического разнообразия популяций (Бакаева, 2013; Бондарь 2010). В наших исследованиях значение индекса варьировало от 0,12 до 0,38, что свидетельствует о низком аллельном разнообразии, возникшем в результате снижения численности популяции (табл. 2). Даже если произойдет восстановление популяции, есть опасность значительного изменения частот аллелей, быстрой потери генетической изменчивости, фиксации негативных аллелей, а также инбредной депрессии вследствие дрейфа генов. Эти изменения сохранятся на протяжении последующих поколений (Айала, 1984).

Таким образом, низкое значение индекса Гарза-Вильямсона отражает прохождение популяции белуги через фазу «горлышка бутылки», а низкое генетическое разнообразие и выявленный дефицит гетерозигот в двух локусах из пяти - вероятность инбредного скрещивания в результате резкого снижения численности вида.

Обеднение генетического разнообразия белуги в Каспийском море связано со снижением интенсивности обмена генетическим материалом между особями вида, повышающим риск его исчезновения.

Литература

Анисимова И.М., Лавровский В.В. Ихтиология. М.: Высшая школа, 1983. 255 с.

Айала Ф. Введение в популяционную и эволюционную генетику. М.: Мир, 1984. 230 с.

Бакаева С.С. Современное состояние популяций крапчатого суслика (Spermophilus Suslicus Güld.) в восточной части ареала: метапопуляционная структура, биотопическая приуроченность, генетическое разнообразие: автореф. дис. канд. биол. наук. Пенза, 2013. 24 с.

Барминцева А.Е., Мюге Н.С. Использование микросателлитных локусов для установления видовой принадлежности осетровых (Acipenseridae) и выявления особей гибридного происхождения // Генетика. 2013. Т. 49(9).С. 1093–1105.

Бондарь Е.И. Генетические процессы в природных изолированных популяциях гольцов рода Salvelinus: автореф. дис. канд. биол. наук. Владивосток, 2010. 28 с.

Ходоревская Р.П., Калмыков В.А., Жилкин А.А. Современное состояние запасов осетровых Каспийского бассейна и меры по их сохранению // Вестник АГТУ. 2012. № 1. С. 99-106.

Aljanabi S.M., Martinez I. Universal and rapid salt – extraction of high quality gnomic DNA for PCR – based techniques // Nucl. Acids Res. 1997. V. 25(20). P. 4692-4693.

Excoffier L., Laval G., Schneider S. Arlequin (version 3.0): An integrated software for population genetics data analysis // Evol. Bioinformatics Online 1. 2005. P. 47-50.

Kimmel M., Chakraborty R., King J.P., Bamshad M.,Watkins W.S., Jorde L.B. Signatures of population expansion in microsatellite repeat data // Genetics. 1998. V. 148. P. 1921–1930.

King J.P., Kimmel M., Chakraborty R. A power analysis of microsatellite-based statistics for in-ferring past population growth // Mol. Biol. Evol. 2000. V. 17. P. 1859–1868.

Ludwig A., Belfiore N. M., Pitra C., Svirsky V., Jenneckens I. Genome duplication events and functional reduction of ploidy levels in sturgeon (Acipenser, Huso and Scaphirhynchus) // Genetics. 2001. V. 158. P. 1203–1215.

Peakall R., Smouse P.E. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research // Mol. Ecology Notes. 2006. V.6. P. 288–295.

Weir B.S., Cockerham C.C. Estimating F-Statistics for the Analysis of Population Structure // Evolution. 1984. V. 38(6). P. 1358-1370.

Zane L., Patarnello T., Ludwig A., Fontana F., Gongiu L. Isolation and characterization of microsatellites in the Adriatic stugeon (Acipenser naccarii) // Mol. Ecol. Notes. 2002. V. 2. P. 586–588.

ABSTRACT. The article presents the results of the molecular-genetic researches of beluga (Huso huso) of the Volga-Caspian bassin for the 2012-2015. It is revealed a low allelic diversity and deficit of heterozygotes, indicating about the passing of the population through the “bottleneck” phase.

ОЦЕНКА ТЕМПОВ МНОГОЛЕТНИХ ИЗМЕНЕНИЙ КАЧЕСТВЕННЫХ И КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭКОСИСТЕМЫ САРАТОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ю.А. Малинина, Е.А. Джаяни, Е.И. Филинова, В.А. Колозин, В.А. Шашуловский
Саратовское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», MJul@rambler.ru

Каскад созданных на р. Волге водохранилищ полностью трансформировал естественную экосистему реки. В каждом из водохранилищ сформировались собственные экосистемы, в развитии которых присутствуют как уникальные, так и общие для всего каскада черты. Саратовское водохранилище – внутрикаскадный водоем, подвергающийся интенсивному влиянию деятельности человека. Это сравнительно мелководный водоем проточно-руслового типа, характеризуется высокими скоростями течения, многократным водообменом. Анализ изменений количественных и качественных показателей состояния гидроценозов Саратовского водохранилища позволит получить материал для прогнозирования скорости и характера трансформации экосистем водохранилищ речного типа.

Вода водохранилища относится к гидрокарбонатному классу группы кальция с низкой изменчивостью по акватории. Минеральный состав воды за период существования водохранилища достаточно стабилен. По сравнению с первыми годами существования Саратовского водохранилища содержание органического вещества существенно снизилось, а содержание биогенных элементов изменилось незначительно. За последнее десятилетие отмечена тенденция снижения среднегодового содержания аллохтонной и автохтонной органики, аммонийного азота и фосфатов. В целом, трофические гидрохимические показатели характеризуют водохранилище как водоем мезотрофного типа. Превышение рыбохозяйственных нормативов постоянно отмечается для соединений железа и меди, в отдельные годы наблюдалось превышение ПДК по нитритам (Котляр, 2000; Шашуловская и др., 2012).

С 2003 по 2009 гг. летняя биомасса планктонных альгоценозов водохранилища была сформирована диатомовыми, криптофитовыми и зелеными водорослями, а с 2010 г. в состав доминирующих групп по биомассе вошли и синезеленые (рисунок 1) (Далечина, Джаяни, 2014).

Рисунок 1 - **Изменения относительной биомассы отдельных таксономических групп фитопланктона в летний период в Саратовском водохранилище**

Многолетние колебания биомассы микроводорослей в летний период хотя и существенны, но выраженного линейного тренда ее изменения не наблюдается. Это говорит об устойчивости экосистемы и подтверждается раннее проведенными исследованиями (Далечина, Мосияш, Филимонова, 2012).

Анализ динамики первичной продукции фитопланктона Саратовского водохранилища за последние 5 лет выявил снижение данного показателя (рисунок 2), что отражает общую тенденцию для волжских водохранилищ (Минеева, 2007). Произошедшие изменения, возможно, связаны со снижением хозяйственной деятельности человека и цикличностью климатического фактора.

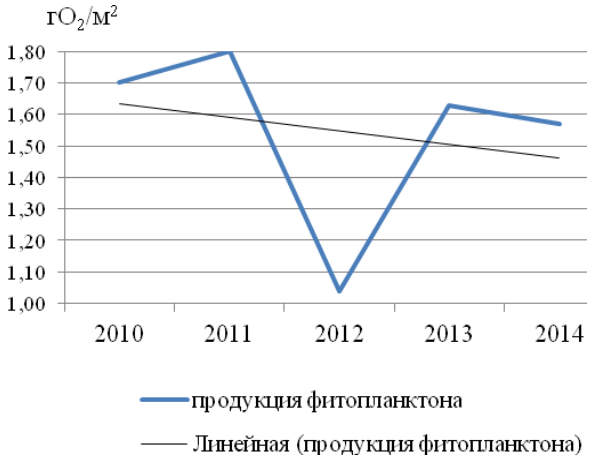


Рисунок 2 - **Динамика продукции фитопланктона, гO_2/м^2 Саратовского водохранилища**

Зоопланктон характеризуется постоянством состава доминирующих форм по годам, однако в течение вегетационного сезона происходит изменение качественного состава и смена ценозов.

Среднесезонное значение биомассы зоопланктона Саратовского водохранилища в русловой части за последние десять лет существования водоема колебалось около 0.75 г/м^3 (рисунок 3), с учетом мелководной зоны – около 1.0 г/м^3, что позволяет относить водохранилище к категории мало - среднекормных водоемов.

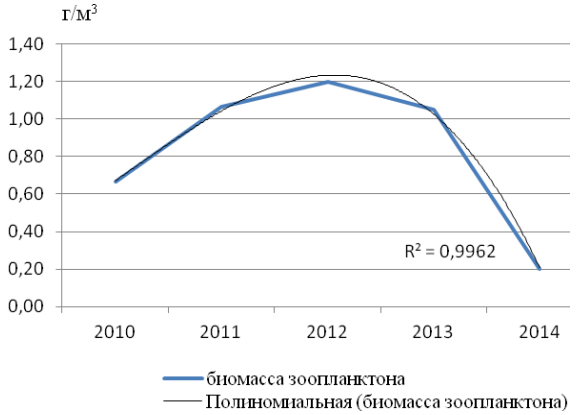


Рисунок 3 - **Динамика биомассы зоопланктона, г/м^3 в Саратовском водохранилище**

Результаты проведенного корреляционного анализа показателей биомассы фитопланктона и зоопланктона за последние пять лет указывают на наличие отрицательной сильной связи (r=0.776) (по классификации Г.Ф. Лакина (Лакин, 1980) между исследуемыми компонентами кормовой базы рыб (рисунок 4).

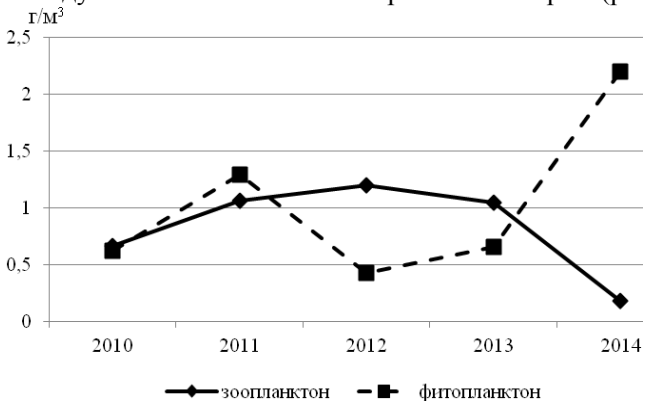


Рисунок 4 – **Многолетняя динамика биомассы фитопланктона и зоопланктона в Саратовском водохранилище**

По показателям численности и биомассы в общем макрозообентосе с начала 2000-х гг. доминировали моллюски *D. bugensis* (более 80% общих показателей численности и более 99% - биомассы). Лидирующее положение данного вида моллюсков сохраняется и по настоящее время.

В макрозообентосе без учета моллюсков по количественным показателям развития на протяжении длительного периода доминировали полихеты *H. invalida*. Данный вид в Саратовском водохранилище составлял от 10 до 30% показателей численности и биомассы мягкого зообентоса. В начале века в условиях повышения трофности водохранилища в ходе естественных сукцессионных процессов очевидна тенденция к увеличению биомассы основных групп зообентоса в верхнем участке водохранилища. В то же время, прогрессирующее накопление иловых отложений в донных грунтах нижнего участка может вести к формированию малопродуктивных пелофильных комплексов бентонтов вследствие ухудшения гидрохимических условий в придонном слое воды, что косвенно подтверждают полученные данные, свидетельствующие о снижении количественных показателей развития донных беспозвоночных.

Подводя итог проведенным ранее исследованиям (Филинова 2002, 2011а, 2011б, 2014), и анализируя полученные в текущем пятилетии данные можно сделать вывод, что в Саратовском водохранилище сформировался монодоминантный комплекс донных беспозвоночных с преобладанием в трофической структуре вселенца сестонофага – фильтратора *D. bugensis*. В зообентосе без учета моллюсков также превалируют вселенцы сестонофаги - фильтраторы + седиментаторы полихеты *H. invalida*.

В соответствии с общепринятой классификацией (Пидгайко и др., 1968) несмотря на значительные колебания биомассы кормового зообентоса по годам, Саратовское водохранилище относится к «весьма высококормному» типу (рисунок 5). Оценивая состав и структуру кормовой базы бентосоядных рыб в Саратовском водохранилище на современном этапе, следует отметить, что представлена она главным образом моллюсками дрейссенидами.

В начале 21 века локальная тенденция суммарных биоресурсов водохранилища изменилась в положительную сторону. Иллюстративные данные показывают, в течение последних десяти лет наблюдается достоверный положительный тренд совокупного промыслового запаса рыб (рисунок 6). С начала 2000 г. увеличение совокупного промзапаса происходило в среднем со скоростью порядка 95 т в год.

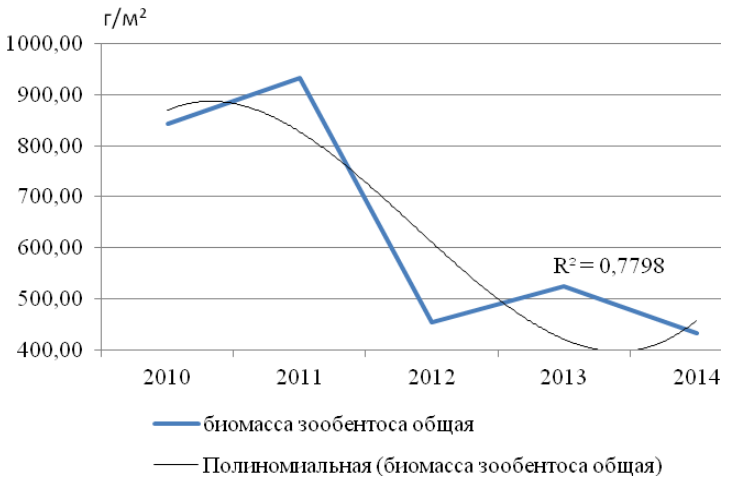


Рисунок 5 - **Многолетняя динамика биомассы общего зообентоса в Саратовском водохранилище**

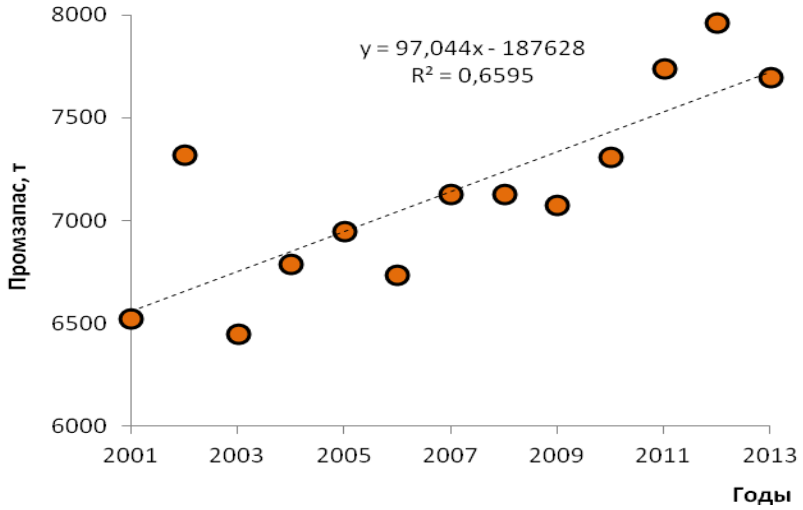


Рисунок 6 – **Динамика совокупного промыслового запаса рыб Саратовского водохранилища с начала XXI века**

Вместе с тем, на фоне циклических колебаний запаса за весь период существования Саратовского водохранилища направленность их основной тенденции носила отрицательный характер. Данное противоречие разрешимо при

анализе значимости полученной амплитуды колебаний исследуемых параметров экосистемы за последнее пять лет.

В качестве воздействующих факторов при оценке устойчивости экосистемы Саратовского водохранилища рассматривали показатели концентрации минеральных форм биогенов (фосфора, азота), среднесезонной температуры воды, pH, жесткости. Отклик системы оценивали по средневегетационным значениям биомассы фитопланктона, зоопланктона и зообентоса и промыслового запаса рыб.

Проведенные ранее расчеты (Шашуловский, Мосияш, 2010) показали, что в ряду с показателями устойчивости, стабильности, относительной изменчивости, пластичность является комплексным, а потому наиболее достоверным.

Пластичности (упругости) системы соответствует ее способность сохранять свои внутренние взаимосвязи при возмущении состояния (Holling, 1969, 1973). Формализация взаимосвязей системы возможна путем построения корреляционной матрицы. По справедливому мнению Г.С.Розенберга (1986), пластичность (упругость) в понимании Холлинга соответствует средней силе корреляционных связей, которую под термином «надежность» предлагает использовать Г.Е. Михайловский (Михайловский, 1978, 1982; Михайловский, Федоров, 1982; Лобанова и др., 1983; Михайловский, 1988).

Таким образом, за величину надежности связи (φ) в системе принимается усредненный модуль |r| коэффициентов корреляции ее параметров, который может быть интерпретирован как пластичность системы:

$$\varphi = \overline{|r_i|},$$

где r_i – коэффициент корреляции i-той пары параметров системы.

Проведенные расчеты с использованием корреляционные матрицы как пирсоновских, так и непараметрических коэффициентов для Волгоградского водохранилища показали, что применение непараметрических коэффициентов ранговой корреляции Спирмена более предпочтительно по сравнению с коэффициентами корреляции Пирсона (Шашуловский, Мосияш, 2010).

В данном случае расчеты φ базировались на непараметрических коэффициентах корреляции Спирмена по 5-летней выборке, которая при каждой последующей оценке смещалась на один шаг наблюдений, т.е. на 1 год. Таким образом, полученный временной ряд состоял из n-4 «скользящих» φ, где n – количество лет наблюдений. На основании полученных значений был построен график совокупной зависимости параметров экосистемы от времени наблюдений.

Анализ графика (рисунок 7) свидетельствует, что сила взаимосвязей компонентов экосистемы сначала несколько снижается, затем снова повышается. Учитывая флуктуирующий характер данного показателя и достижение им предельно высоких значений (более 0.6) (Шашуловский, Мосияш, 2010), есть основания полагать, что в настоящее время экосистема находится в достаточно стабильном состоянии, при котором небольшой спад, а затем подъем показателя носит межгодовой синусоидный характер.

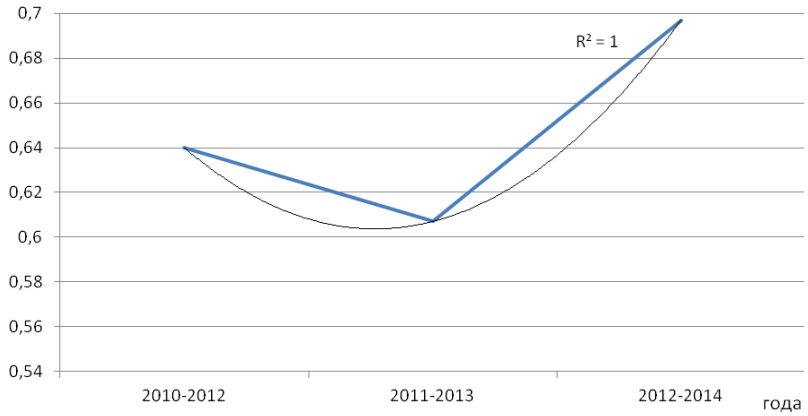


Рисунок 7 - **Изменение показателя пластичности экосистемы Саратовского водохранилища**

Таким образом, результаты проведенного анализа свидетельствуют о том, что к настоящему времени экосистема Саратовского водохранилища, за счет саморегуляции взаимодействующих ее элементов носит устойчивый характер. Ее структура приближается к инвариантной.

Литература

Далечина И.Н., Джаяни Е.А. Динамика видового состава и количественных показателей фитопланктона в водохранилищах Нижней Волги за 2003-2013 гг. // Рыбохозяйственные водоемы России: фундаментальные и прикладные исследования .Материалы международной научной конференции, посвященной 100-летию ГосНИОРХ, - Санкт-Петербург, 2014. - С. 287-292.

Далечина И.Н., Мосияш С.А., Филимонова И.Г. Фитопланктон и биогены Волгоградского водохранилища // Бассейн Волги в XXI-м веке: структура и функционирование экосистем водохранилищ // Сборник материалов докладов участников Всероссийской конференции. Ин-т биологии внутр. вод им.И.Д. Папанина РАН, Борок, 22-26 октября 2012 г. – Ижевск: Издатель Пермяков С.А., 2012. – С.57-59.

Котляр С.Г. Эколого-хозяйственный мониторинг тяжелых металлов Саратовского и Волгоградского водохранилищ // Итоги рыбохозяйственных исследований на Саратовском и Волгоградском водохранилищах. – СПб., 2000. – С. 134-142.

Лакин Г.Ф. Биометрия: справочник / Г.Ф. Лакин. – М., Высшая школа, 1980. – 294 с.

Лобанова Т.М., Кулагина С.П., Кобелев В.П., Михайловский Г.Е., Зеликман Э.А., Михайловская А.А. Корреляционная структура зоопланктонного сообщества Мотовского залива Баренцева моря, ее интегральные характеристики и динамика // Человек и биосфера. Вып. 8. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – С. 169-185.

Минеева Н.М. Итоги исследования первичной продукции планктона волжских водохранилищ // Биология внутренних вод. 2007. №2. – С. 42.

Михайловский Г.Е. Биосфера и человеческое общество // Человек и биосфера. Вып. 6. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – С. 78-101.

Михайловский Г.Е. Описание и оценка состояния планктонных сообществ. – М.: Наука, 1988. – 214 с.

Михайловский Г.Е. Термодинамические аспекты системного подхода к экологии // Человек и биосфера.– М.: Изд-во МГУ, 1978. Вып 2. – С. 103-123.

Михайловский Г.Е., Федоров В.Д. Основные системные характеристики невозмущенного сбалансированного фитопланктонного сообщества и их сезонная динамика // Человек и биосфера. – М.: Изд-во МГУ, 1982. Вып. 6. – С. 102-119.

Пидгайко М.Л. и др. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-запада СССР / Пидгайко М.Л. и др. // Изв. ГосНИОРХ. – Л., 1968. Т. 67. – С. 205-228.

Розенберг Г.С. Устойчивость экосистем и ее математическое описание // Экологические аспекты гомеостаза в биогеоценозе. – Уфа, 1986. – С. 120-130.

Филинова Е.И. Значение инвазионных видов зообентоса в экосистеме Нижневолжских водохранилищ // IV Международная научная конференция «Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды» 12 – 17сент. – Нарочь, 2011б. – С. 229.

Филинова Е.И. Макрозообентос Саратовского водохранилища в 2011–2012 гг. // Материалы международной научной конференции, посвященной 100-летию ГосНИОРХ «Рыбохозяйственные водоемы России: фундаментальные и прикладные исследования». – СПб., 2014. – С. 760-766.

Филинова Е.И. О влиянии интродукции полихеты Hypania invalida Grub на формирование донных сообществ Волгоградского и Саратовского водохранилищ // Актуальные проблемы водохранилищ / Тез. докл. Всерос. конф. 2002 г. Борок, Россия. – Ярославль, 2002. – С. 305-306.

Филинова Е.И. Пространственное распределение и структура зообентоса Саратовского водохранилища // Всероссийская научная конференция с международным участием, посвященная 80-летию Татарского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ» «Экологические проблемы пресноводных рыбохозяйственных водоемов России», посвященная 80-летию Татарского отделения ФГНУ «ГосНИОРХ». – Казань: СПб, 2011а. – С.361-365.

Шашуловская Е.А., Мосияш С.А., Филимонова И.Г., Гришина Л.В. Тяжелые металлы в компонентах биогидроценоза Саратовского водохранилища// Материалы докладов Всероссийской конференции «Бассейн Волги в XXI-М веке: структура и функционирование экосистем водохранилищ». – Борок, 2012. – С. 355-358.

Шашуловский В.А., Мосияш С.С. Формирование биологических ресурсов Волгоградского водохранилища в ходе сукцессии его экосистемы. М.: Т-во научных изданий КМК, 2010. – 250 с.

Holling C.S. Resilience and stability of ecological systems // Ann. Rev. Ecol. Syst. – 1973. №4. – P. 1-23.

Holling C.S. Stability in Ecological and Social systems // Diverity and Stability in Ecological systems: Brookhaven Symposium in biology, 1969. Vol. 22. – P. 128-141.

ABSTRACT. The results of the analysis of the interrelationships of hydroecosystem components of the Saratov reservoir indicate that, to date, the ecosystem, through self-regulation interacting elements is sustainable. Its structure is approaching the invariant.

СОСТАВ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОРМОВОЙ БАЗЫ РЫБ ДВУХ РЕКРЕАЦИОННЫХ ВОДОЕМОВ СЕВЕРА ПОДМОСКОВЬЯ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Р.П. Мамонтова, Н.А. Головина, Е.А. Данилова, С.Б. Купинский
Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт - филиал ФГБОУ «Астраханский государственный технический университет», kafvba@mail.ru

Оценку кормовой базы рыб проводили по результатам гидробиологического анализа в двух рекреационных водоемах Подмосковья – в Жестылевском водохранилище (далее – *водохранилище*) в 2013 г. и в зарегулированной части реки Веля (далее – *русловой пруд*) в 2014 г. Оба водоема расположены в Дмитровском районе. *Водохранилище* имеет площадь около 166 га, максимальную глубину до 12,5 м, *русловый пруд* – соответственно около 128 га и до 6 м.

Гидробиологические пробы для количественной и качественной характеристики первичного и вторичного звеньев пищевой цепи отбирали в июле в соответствии с общепринятыми методиками (Указания по контролю…, 1980). Пробы отбирали на 7 станциях в каждом из водоемов, продвигаясь от мелководных акваторий к глубоководной приплотинной части.

Для исследований фито- и зоопланктона пробы отбирали планктоночерпателем емкостью 5 л в верхних горизонтах на глубинах 1-1,5 м. Пробы фитопланктона фиксировали йодным фиксатором. Отобранную пробу зоопланктона (20 л воды фильтровали через планктонную сеть Апштейна из мельничного газа №70) фиксировали формалином. Пробы зообентоса отбирали дночерпателем Ф.Д. Мордухай-Болтовского площадью захвата 1/185 $м^2$ по два дночерпателя на каждой станции. Извлеченные организмы фиксировали формалином.

Фитопланктон

Видовой состав фитопланктона в *водохранилище* был представлен видами из 32 родов (таблица 1). Наибольшее число родов относилось к зеленым водорослям (19 родов), среди которых доминировали протококковые (15 родов). Встречаемость водорослей на каждой из семи станций колебалась от 17 до 24 таксонов.

Среди зеленых наибольшую численность имели виды рр. *Ankistrodesmus*, *Coelastrum*, *Crucigenia*, *Scenedesmus*. среди синезеленых доминировали представители рр. *Microcystis*, *Aphanisomenon*, *Gloeocapsa*, *Merismopedia*. Однако последний род, имея минимальные размеры клеток при огромной численности (до 4-5 млн. кл/л) обеспечивал минимум биомассы – до 0,001 мг/л и менее.

Видовой состав *руслового пруда* был представлен в пробах видами из 38 родов, среди которых по количеству таксонов доминировали зеленые водоросли (18 родов), а из них – протококковые – 13 родов (таблица 2).

Встречаемость водорослей на каждой из семи станций колебалась от 18 до 27 таксонов.

Таблица 1 – **Количество родов водорослей в пробах фитопланктона из Жестылевского водохранилища, 2013 г.**

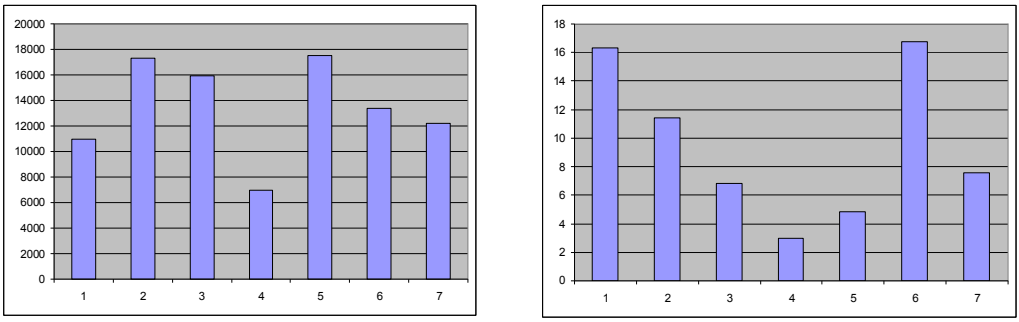
Отдел водорослей	
ЗЕЛЕНЫЕ, в т.ч.:	19
Вольвоксовые	1
Протококковые	15
Десмидиевые	3
ДИАТОМОВЫЕ	5
ЭВГЛЕНОВЫЕ	1
ПИРОФИТОВЫЕ	1
СИНЕ-ЗЕЛЕНЫЕ	6
Всего	**32**

Таблица 2 – **Количество родов водорослей в пробах фитопланктона из руслового пруда на реке Веля, 2014 г.**

Отдел водорослей	
ЗОЛОТИСТЫЕ	1
ЗЕЛЕНЫЕ, в т.ч.:	18
Вольвоксовые	2
Протококковые	13
Десмидиевые	3
ДИАТОМОВЫЕ	8
ЭВГЛЕНОВЫЕ	3
ПИРОФИТОВЫЕ	2
СИНЕ-ЗЕЛЕНЫЕ	6
Всего	**38**

Средняя по станциям численность фитопланктона *в водохранилище* была при этом существенно ниже, чем в русловом пруду: 13,48 млн. кл/л против 55,27 млн. кл/л. Максимальная численность отмечена на станциях 3 и 6 – более 17 млн. кл/л (рисунок 1, а). Ее обеспечивали синезеленые и зеленые водоросли. Минимальная численность зафиксирована на станции 4–7 млн. кл/л. Объяснялось это снижением зеленых и особенно синезеленых водорослей. В целом по численности доминировали зеленые и синезеленые, а среди зеленых преобладали протококковые и десмидиевые.

Значения биомассы водорослей колебались от 2,95 до 16,76 мг/л (рисунок 1, б), составляя в среднем 9,53 мг/л. Максимальную биомассу на станциях 2 и 7 обеспечивали синезеленые водоросли – *Microcystis*, *Aphanisomenon*, *Gloeocapsa*. На второе место по образованию биомассы можно поставить диатомовые, затем протококковые, десмидиевые и пирофитовые водоросли.



а б

Рисунок 1 - **Значения показателей фитопланктона на различных участках Жестылевского водохранилища:**
а – общая численность, тыс. кл/л; б – общая биомасса, мг/л (г/м^3)

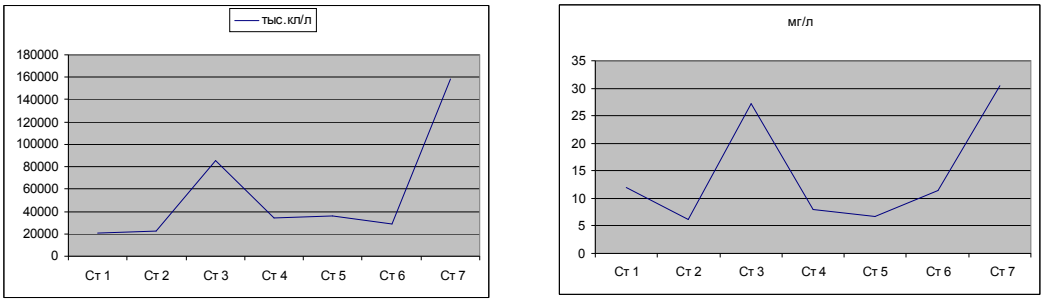
Можно отметить некоторую тенденцию к увеличению численности и биомассы водорослей от приплотинной более глубокой части водохранилища к ее более мелководным и хорошо прогреваемым участкам на станциях 1 - 3, на которых более теплолюбивые виды синезеленых и зеленых водорослей развивались в большем количестве, чем более холодолюбивые диатомовые. Полученные результаты свидетельствуют о том, что биомасса фитопланктона в Жестылеском водохранилище в данный период была достаточно высокой.

В *русловом пруду* значения общей численности достигали больших величин и колебались от минимальных значений 20,70 млн кл/л на станции 1 до максимальных – 158,28 млн кл/л – на станции 7, составляя в среднем 55,27 млн. кл/л (рисунок 2, а). Биомасса колебалась от 6,11 мг/л на станции 2 до 30,43 мг/л на станции 7, составляя в среднем 14,55 мг/л (рисунок 2, б).

Максимальной численности на всех точках достигали синезеленые, протококковые и диатомовые водоросли. Остальные группы имели в сравнении с ними незначительную численность. Значения численности по всем станциям по мере продвижения к более глубоководной приплотинной части пруда не позволяют сделать четких выводов о возрастании или уменьшении численности при увеличении глубины. Вместе с тем отмечалось резкое увеличение численности водорослей на станциях 3 и 7, вблизи которых находятся места лова рыбы рыбаками-любителями и располагаются зоны отдыха.

На всех станциях, кроме 4-ой, максимальную биомассу обеспечивали синезеленые водоросли рр. *Aphanisomenon*, *Anabaena*, *Gloeocapsa*, *Microcystis*, *Oscillatoria*. На станции 4 доминировали пирофитовые р. *Peridinium*. На втором месте были синезеленые. Эвгленовые водоросли имели существенную биомассу на станции 3, что может свидетельствовать о повышенном содержании органических веществ в воде данного участка – как раз там, где предпочитают рыбачить любители. Динамика общей биомассы водорослей в направлении

к приплотинной части пруда – от станции 1 к станции 7, как и в случае с численностью, была неоднородна. Увеличение биомассы отмечено на тех же станциях, что и увеличение численности – на станциях 3 и 7.



а б

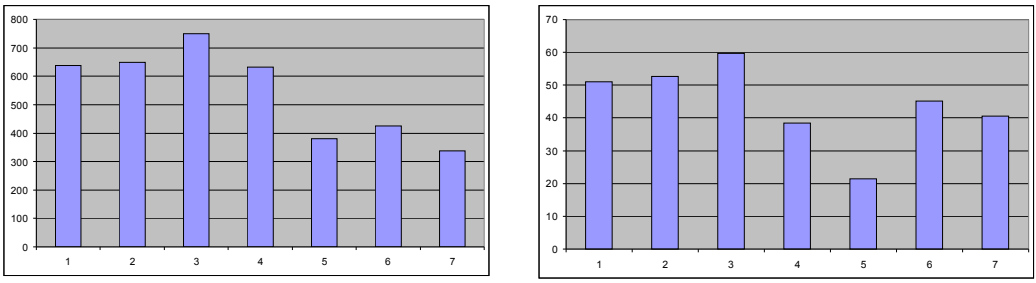
Рисунок 2 - **Значения показателей фитопланктона на различных участках руслового пруда на реке Веля:**
а – общая численность, тыс. кл/л; б – общая биомасса, мг/л (г/м^3)

Таким образом, в наблюдаемый период фитопланктон *руслового пруда* характеризовался высокими значениями численности и биомассы, особенно в местах водной рекреации. На всех станциях доминировали менее ценные в кормовом отношении синезеленые водоросли, характерные для эвтрофных водоемов или их отдельных участков, особенно в период высоких летних температур.

В целом в июле наблюдались существенные различия в развитии фитопланктона двух водоемов: в русловом пруду по сравнению с водохранилищем отмечалось большее видовое разнообразие, численность была выше в 4,1 раза, а биомасса в 1,5 раза.

Зоопланктон

В *водохранилище* видовой состав зоопланктона не отличался разнообразием – всего в пробах отмечено 14 таксонов. На каждой из станций встречалось от 5 до 11 видов, среди которых наиболее широко были представлены коловратки. Развитие зоопланктона в июле характеризовалось высокими значениями численности и биомассы организмов: средняя численность составила 544,5 тыс. экз./м^3, средняя биомасса – 44,15 г/м^3 (рисунок 3 а, б).



а б

Рисунок 3 - **Значения показателей зоопланктона на различных участках Жестылевского водохранилища:**
а – общая численность, тыс. экз./м^3; б – общая биомасса, г/м^3

В пробах зоопланктона по численности доминировали коловратки (*Rotatoria*), второе место занимали веслоногие рачки (*Copepoda*), третье – ветвистоусые (*Cladocera*). По мере приближения станций отбора проб к наиболее глубокой части водохранилища численность коловраток снижалась. Максимальная численность отмечена на станции 3 – 750 тыс. экз./м^3, минимальная на станции 7 – 337,5 тыс. экз./м^3. Доля хищного зоопланктона (р. *Cyclops*) достигала в общей численности 35,9%.

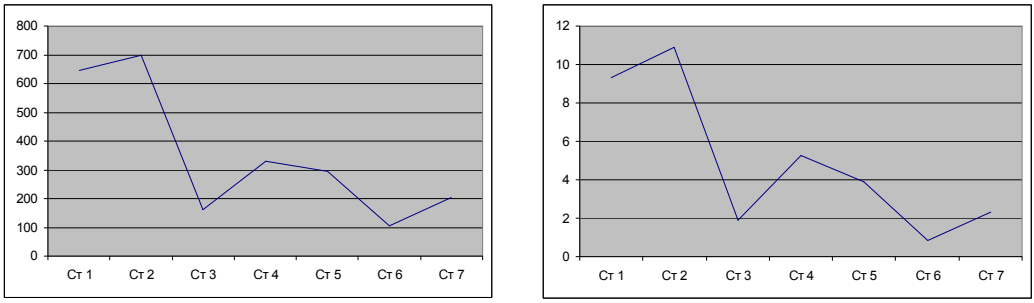
Значения биомассы колебались от 38,37 до 59,65 г/м^3. Минимальные значения отмечены на станции 5, максимальные – на станции 3. Биомасса коловраток была незначительна в сравнении с другими группами. На трех станциях в общей биомассе доминировали *Copepoda* (станции 1, 3, 7), на остальных – *Cladocera*. При этом численность молоди рачков обеих групп была незначительна. Доля хищников в биомассе зоопланктона была высокой – в среднем 47,9%.

В целом прослеживалась тенденция к увеличению биомассы в более мелководной части водохранилища.

В *русловом пруду* видовой состав зоопланктона не отличался разнообразием и был представлен 11 таксонами: 5 видов коловраток, 5 – ветвистоусых и один вид веслоногих рачков. Из них на каждой из станций встречалось от 4 до 8 видов.

Средняя численность организмов по всем станциям составила 348,9 тыс. экз./м^3, биомасса – 4,92 мг/м^3. В пробах зоопланктона по численности и биомассе на большинстве станций доминировали веслоногие рачки (*Copepoda*), на станциях 3 и 4 – коловратки (*Rotatoria*), на станции 6 по численности доминировали ветвистоусые рачки (*Cladocera*), а по биомассе – коловратки. На 6-ти станциях из семи ветвистоусые занимали последнее место и по численности и по биомассе. В среднем по водоему по обоим показателям доминировали *Copepoda* и *Rotatoria*. Максимальная численность отмечена на станции 2 – 700 тыс. экз./м^3, минимальная на станции 6 – 105 тыс. экз./м^3. Максимальная биомасса также была на станции 2 – 10,92 г/м^3, минимальная – на станции 6 – 0,83 г/м^3 (рисунок 4 а, б). Доля хищного зоопланктона (р. *Cyclops*) достигала

в общей численности 45,9%, в общей биомассе – 44,5%. По мере приближения станций отбора проб к наиболее глубокой части водохранилища (у плотины) общая численность и биомасса зоопланктона существенно сократились. Доминирование веслоногих сохранилось.



а б

Рисунок 4 - **Значения показателей зоопланктона на различных участках руслового пруда на реке Веля:**
а – общая численность, тыс. экз./м^3; б – общая биомасса, г/м^3

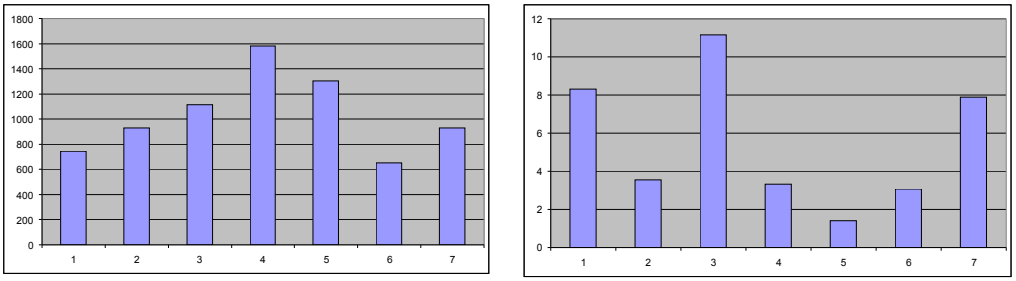
Показатели зоопланктона в обследованных водоемах существенно различались: в водохранилище они были выше, чем в русловом пруду по численности в 1,6 раза, а по биомассе в 9 раз.

Зообентос

В *водохранилище* в пробах зообентоса, отобранных в июле, наибольшее видовое разнообразие имели хирономиды – личинки комаров-звонцов. Другие группы организмов были представлены единично встречающимися олигохетами на станциях 2 и 4 или моллюсками р. *Unio* (*U. pictorum*) на станциях 1 и 2. Таким образом, за исключением двух точек в пробах доминировали по численности и биомассе виды мягкого бентоса, а среди них – личинки двукрылых насекомых. Среди личинок хирономид преобладал мотыль р. *Chironomus*.

Максимальная численность организмов отмечена на станции 4 – 1581 экз./м^2, минимальная – на станции 6 – 651 экз./м^2, максимальная биомасса с учетом моллюсков отмечена на станции 2 – 90,34 г/м^2, мягкого бентоса – на станции 3 – 11,16 г/м^2 (рисунок 5 а, б). Средняя общая численность составила 1045 экз./м^2, мягкого бентоса – 1036 экз./м^2. Средняя биомасса мягкого зообентоса в июле достигала 5,52 г/м^2. На станции 2 высокая биомасса обусловлена моллюском вида *U. pictorum* (перловица), на станции 3 – мотылем. Хищные формы зообентоса были представлены только на станции 2 хирономидами вида *Procladius ferrugineus*. При этом численность его составила 124 экз./м^2 (1,7% общей средней численности), а биомасса – 0,09 г/м^2 (0,2% общей средней биомассы). Перловица имела

относительно большие размеры (25 мм) и массу (1,4 г), что в пересчете на 1 м^2 составило 62 экз. и 86,8 г. В качестве пищи для рыб руслового пруда ее не рассматривали.

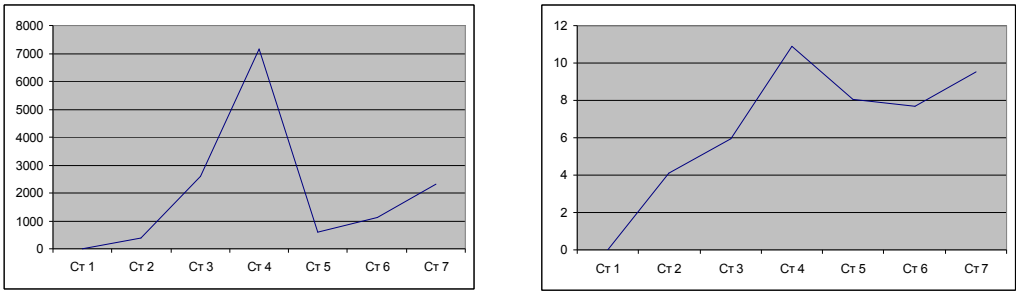


а б

Рисунок 5 - **Значения показателей зообентоса на различных участках Жестылевского водохранилища:**
а – общая численность, экз./м^2; б – общая биомасса, г/м^2

В *русловом пруду* в пробах доминировали и имели наибольшее видовое разнообразие также, как и в водохранилище, хирономиды. Другие группы организмов были представлены единично встречающимися олигохетами и моллюсками.

Всего отмечено 17 таксонов. Зообентос был представлен преимущественно мягкими формами бентоса. Максимальным было видовое разнообразие на станциях 3 и 4 (11 и 8 таксонов), минимальным – на станции 2 (2 таксона), на станции 1 организмы в пробах отсутствовали (рисунок 6 а, б). Моллюски – р. *Anodonta* (беззубка) – единично встречались на станциях 5 и 7.



а б

Рисунок 6 - **Значения показателей зообентоса на различных участках руслового пруда на реке Веля:**
а – общая численность, экз./м^2; б – общая биомасса, г/м^2

Общая численность характеризовалась высокими значениями и была максимальной на станции 4, несколько ниже – на станции 3 (соответственно 7161 и 2604 шт./м^2), минимальные значения отмечены на станциях 1 и 2 (соответственно 0 и 372 шт./м^2). По численности на всех станциях доминировали хирономиды. Самая низкая численность была характерна для моллюсков. Средняя численность мягкого зообентоса была высокой – 2026 экз./м^2.

Максимальная биомасса отмечена на станции 4 – 10,88 г/м^2. В пробе отмечено 7 видов хирономид, среди которых по биомассе доминировал мотыль (*Chironomus* группы *plumosus*). Минимальной биомасса была на станциях 1 и 2–0 и 4,09 г/м^2. Во всех пробах биомасса хирономид была существенно выше, чем олигохет.

Моллюски отличались высокой массой тела – до 18-38 г/экз., и при невысокой численности их биомасса достигала 1,7-3,5 кг/м^2. Однако кормовой ценности они не представляли. Средняя биомасса мягкого зообентоса была высокой – 6,6 г/м^2.

Хищные формы бентоса были представлены мелкими хирономидами четырех видов (*Cricotopus silvestris* и три вида рода *Cryptochironomus*). Доля их в общей численности составила в среднем около 19,4%, в общей биомассе – 7,4%.

В целом распределение зообентоса было неравномерным, и какой-то закономерности увидеть не удается. Следует отметить, что численность и биомасса имели сходную динамику: увеличивались от станции 1 до станции 4, затем на станциях 5 и 6 значения показателей снижались (более резко снижалась численность), а на станции 7 они снова увеличивались. При этом биомасса оставалась высокой и не опускалась ниже 7,69 г/м^2.

Таким образом, в *русловом пруду* биомасса и структура мягкого бентоса (ценной для рыб естественной пищи) в июле 2014 г. была высокой. На акваториях, использующихся для рыбалки и отдыха (станции 3 и 7) биомасса была близка к среднему значению или превышала ее – соответственно 5,96 и 9,54 г/м^2.

По сравнению с водохранилищем в пруду средняя численность мягкого бентоса была выше почти в 2 раза, а биомасса – в 1,2 раза.

Оценка уровня развития первого и второго трофических уровней в Жестылевском водохранилище позволяет предположить, что его можно отнести к мезотрофному типу с переходом мелководных участков к эвтрофному состоянию. Расчетная первичная продукция (высшая водная растительность и фитопланктон) могла составить до 855 кДж/м^2 в год, продукция зоопланктона – около 524 кДж/м^2, продукция бентоса в расчете на всю площадь – около 3,5 кДж/м^2.

Уровень продуцирования кормовых организмов на обследованной акватории руслового пруда реки Веля (2/3 водоема в приплотинной части руслового пруда) в июле можно охарактеризовать как высокий для первичного трофического звена и средний – для второго звена пищевой цепи. Первичная продукция могла достигать предположительно 3580 кДж/м^2, по зоопланктону – 550 кДж/м^2, по бентосу – 43,2 кДж/м^{2}в год. По полученным данным (уровню развития

макрофитов на мелководных участках, высокой летней биомассе фитопланктона – до 27-30 г/м^3, высокой численности и доминированию в биомассе синезеленых водорослей) водоем можно отнести к эвтрофному типу.

Ихтиофауна *водохранилища* представлена 17 видами, *руслового пруда* – 21 видом преимущественно карповых рыб. Биологический анализ показал, что в уловах, проводимых в те же сроки, что и исследования гидробиологического режима, были представлены виды рыб, утилизирующие все звенья пищевой цепи: от мелких фито- и зоопланктофагов (горчак, уклейка) до хищников (щука, окунь). По численности и биомассе преобладали рыбы с более широким спектром питания – плотва и лещ, которые питались не только излюбленной, но и вынужденной пищей – детритом и растительностью.

В целом по развитию кормовой базы русловый пруд на реке Веля можно отнести к более продуктивному по сравнению с Жестылевским водохранилищем. Видовой состав ихтиофауны позволяет осуществлять на данных водоемах рекреационное рыболовство.

Литература

Указания по контролю за гидрохимическим и гидробиологическим режимами прудов товарных хозяйств / Г.Г. Акимова, С.А. Баранов, В.И. Бахтина, Л.А. Богданова, И.В. Глазачева, Э.В. Иванов, Н.А. Тагирова, З.И. Шмакова, И.С. Шестерин – М.: ВНИИПРХ, 1980. – 55 с.

ABSTRACT. Fish food supply in summer period for two water bodies of recreational destination in Moscow area – the Zhestilev water storage reservoir (2013) and a channel pond on the Vela-River (2014) is characterized. The results received define the water body as a mesotrophic reservoir changing shallow sections to the eutrophic state. The channel pond could be classified as an eutrophic water body. The productivity of food supply in the channel pond is higher as in the Zhestilev water storage reservoir.

ОБЗОР ИЗУЧЕННОСТИ ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ ВОДОЁМОВ ВИШТЫНЕЦКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ (КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ, РОССИЯ)

Д.В. Манаков
Калининградский филиал ФГБОУ ВПО «Московский Государственный Университет Путей Сообщения» (КФ МИИТ), Калининград, echo_tc2@rambler.ru

Виштынецкая холмисто-моренная возвышенность занимает крайний юго-восток Калининградской области на границе трех государств - России, Литвы и Польши. Преобладающие высоты 110–210 м (максимальная – 242 м) над уровнем моря (Калининградская область, 2004; Озеро Виштынецкое, 2008). Значительную её часть занимает особо охраняемый лес Красный - часть исторической Ромынтенской пущи (Схема охраны природы, 2004). Возвышенность богата водными объектами, главную часть из которых составляют озера Виштынецкой группы и наиболее крупное из них – озеро Виштынецкое (Географический Атлас, 2002). Многие межхолмовые понижения заболочены, а основные ручьи и реки протекают в узких, хорошо врезанных в рельеф долинах и характеризуются быстрым течением, песчано-каменистым и гравийным грунтом. Качество воды в р. Красная и р. Писса позволяет обитать форели и другим холодолюбивым рыбам. Тоже относится к оз. Виштынецкое, где обитает ряпушка (Алексеев и др., 1976).

До 1966 г. гидробиологическая характеристика этого края в литературе отсутствовала (таблица 1). В этом году ученые Ихтиологического факультета Калининградского Технического Института Рыбной Промышленности и Хозяйства (КТИРПиХ) начали гидробиологическое изучение оз. Виштынецкого и близлежащих озер (Мордухай-Болтовская и др., 1971).

Несмотря на разнообразие фауны моллюсков этих водоёмов они изучены недостаточно. Брюхоногие моллюски озер возвышенности рассматривались как один из основных компонентов кормового бентоса для рыб (Герасимов, 1983б). Специализированные исследования были выполнены по биологии дрейссены оз. Виштынецкого (Щербина, 1988; Щербина, 1993; Смирнова, 2000). Для этого озера был составлен список организмов зообентоса по данным собранным на гидробиологических съёмках 1966–1968 гг. (Мордухай-Болтовская и др., 1971). Этот список с небольшими дополнениями и изъятиями был опубликован в 2008 г. во второй книге, посвященной озеру, в нем перечислен 41 вид моллюсков (Озеро Виштынецкое, 2008; Шибаева, 1997). В 2010 г., появился альтернативный список макробеспозвоночных оз. Виштынецкого, содержащий 38 видов моллюсков (Щербина, 2010). Моллюски остальных озер, расположенных на возвышенности, изучены фрагментарно (Герасимов, 1977; Щербина, 2007), и вовсе не изучена малакофауна рек, ручьёв и мелких водоёмов этого региона.

Цель данной работы – обобщить имеющиеся в литературе сведения о водных моллюсках российской части Виштынецкой возвышенности и, дополнив их данными собственных сборов, дать предварительную характеристику пресноводной малакофауны, прежде всего брюхоногих моллюсков.

Таблица 1 - **Изученность пресноводных моллюсков водоемов российской части Виштынецкой возвышенности**

Источник	Время сбора	Водоёмы, метод сбора, объем материала	Кол-во видов	Обозначение
Мордухай-Болтовская и др., 1971	1966-1968	200 зообентосных станций на всей акватории оз. Виштынецкое; дночерпатель Экмана–Берджа (1/25 м^2).	41	МБ1
Герасимов, Мордухай-Болтовская, 1979	1975	150 проб собранных вручную легководолазами, рамой с сетчатым мешком и цилиндрическим пробоотборником; озера Виштынецкое, Камышовое, Островное (Чистое), Лесистое (Рыбное), Боровиково (Проточное).	3	ГМБ
Герасимов, 1977	1973-1975	180 проб с профундали, легководолазами, прибором оригинальной конструкции, дночерпателем Петерсона, ручной драгой; озера Лесистое, Боровиково, Островное, Камышовое, Виштынецкое; опубликован общий для этих озер список моллюсков.	23	Г1
Мордухай-Болтовская и др., 1980	1976-1977	Озера Виштынецкое, Островное, Камышовое; дночерпатели Боруцкого, Петерсена, Экмана–Берджа (все по 1/25 м^2)	4	МБ2
Герасимов, 1982	1978-1980	Оз. Виштынецкое; легководолазы; вручную.	3	Г2
Герасимов, 1983а	1973-1980	230 проб в зоне фитали, легководолазы, вручную; оз. Виштынецкое (с мая по сентябрь).	2	Г3
Герасимов, 1983б	1973-1975 и 1978-1980	Оз. Виштынецкое; легководолазы вручную, оригинальным приспособлением, аналогичным зарослечерпателю.	11	Г4
Щербина, 1993	1981-1982	92 пробы, оз. Виштынецкое; дночерпатель Экмана–Берджа (0,025 м^2).	5	Щ
Шибаева, 1997	1990-1991	Зообентос, собранный, вероятно, гидробиологическим сребком и дночерпателем на 5 озерах Виштынецкой группы.	41	Ш
Озеро Виштынецкое, 2008	до 2008	Список видов зообентоса. Материалы, вероятно, собраны в 1990-е годы дночерпателем и гидробиологическим скребком.	41	ОВ
Щербина, 2010	1981-1982	92 пробы, оз. Виштынецкое, дночерпатель Экмана–Берджа (0,025 м^2).	38	Щ2

Примечание: крайняя графа справа содержит аббревиатуры перечисленных работ. Они использованы в таблицах № 2 и № 3.

Материал и методы

Собственный материал был собран во время двух весенних пешеходных туристических походов и двух краеведческих автобусных экскурсий в 2013–2014 гг. Использованы общепринятые методы (Руководство, 1983; Жадин, 1956). Идентификация видового состава проводилась на месте сбора по раковине с использованием определителя (Glöer, Meier-Brook, 2003). За основу принята система моллюсков Европы (Glöer, Meier-Brook, 2003; Glöer, Zettler, 2005; Zettler et al., 2005; Anderson, 2005; Horsák et al., 2010). Всего было обработано более 600 особей моллюсков, собранных на 39 станциях из 26 водных объектов. На 23 станциях были получены количественные данные благодаря прямому учёту моллюсков методом площадок (размером 50х50 см) около уреза воды. Частота встречаемости моллюсков рассчитывалась по формуле: $V = M / n \times 100\%$, где M – число обнаружений данного вида, а n – общая сумма числа обнаружений моллюсков всех видов.

Результаты

Видовой состав моллюсков Виштынецкого озера изучен достаточно полно (таблица 2, 3). В 1966–1968 гг. было найдено 27 брюхоногих (8 – переднежаберных, 19 – легочных), а также 15 видов двустворчатых моллюсков (Мордухай-Болтовская и др., 1971). Несколько позднее Герасимов (1977) публикует общий для части озер Виштынецкой группы список моллюсков, в котором были упомянуты ранее не известные *M. scholtzi, O. glabra, Myxas glutinosa, U. crassus.* В 2010 г. были опубликованы сведения о моллюсках Виштынецкого озера за 1981–1982 гг. (Щербина, 2010). Эта работа добавила такие новые для окрестностей озера виды как *V. macrostoma, A. spirorbis, G. riparius, G. rossmaessleri, S. nitida, Sph. solidum, P. moitessierianum.*

Другие водоёмы изучены фрагментарно. Сделаны находки *B. tentaculata* в оз. Боровиково (Герасимов, 1977), *V. piscinalis* в озерах Островное (Чистое) и Боровиково (Шибаева, 1997), *Pl. corneus* в оз. Островном (Чистое) (Шибаева, 1997), *Pl. planorbis* в оз. Боровиково (Шибаева, 1997).

Наши сборы в 2013-2014 гг. обнаружили 32 вида моллюсков, из которых к брюхоногим относилось 24, к двустворчатым – 8 видов. Частота и значения численности для найденных моллюсков с распределением по типам водоёмов приводятся в таблице 4.

Ниже (таблица 5) показан видовой состав гастропод постоянных водоёмов возвышенности. Эта таблица наглядно показывает, что озёра - основные и наиболее богатые моллюсками местообитания. В более мелких водоёмах распространены массовые виды гастропод общие для постоянных слабопроточных вод. В них отсутствуют редкие виды свойственные только сложившимся экосистемам (озёрам). Чем меньше размер постоянного водоема, тем скуднее разнообразие моллюсков. Другая особенность возвышенности – присутствие раковин моллюсков постоянных слабопроточных вод в танатоценозах рек с быстрым течением, где поселений этих моллюсков практически не наблюдается.

Таблица 2 - **Видовой состав брюхоногих моллюсков водоемов Виштынецкой возвышенности по литературным данным**

№ п/п	Вид	Вид упомянут в литературе; приводятся аббревиатуры работ (по таблице 1) и водоёмы обнаружения
	Переднежаберные	
1.	*Theodoxus fluviatilis* (Linnaeus, 1758)	МБ1, Ш, ОВ (Виштынецкое) Г1 (5 озер)
2.	*Viviparus contectus* (Millet, 1813)	МБ1, Ш, ОВ (Виштынецкое) Г1 (5 озер)
3.	*Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758)	МБ1, Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое) Г1 (5 озер)
4.	*Bithynia leachii* (Sheppard, 1823)	МБ1, Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое) Г1 (5 озер)
5.	*Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758)	МБ1, ГМБ, МБ2, Г2, Г3, Г4, ОВ, Щ2 Виштынецкое) Г1 (Боровиково); Ш (Виштынецкое, Боровиково)
6.	*Marstoniopsis scholtzi* (Shmidt, 1856)	Г1 (5 озер) Щ2 (Виштынецкое)
7.	*Valvata piscinalis* (Müller, 1774)	МБ1, МБ2, Г4, Щ, ОВ, Щ2 (Виштынецкое) Г1 (5 озер); Ш (Виштынецкое, Островное, Боровиково)
8.	*Valvata cristata* (Müller, 1774)	МБ1, Г2, Г3, Г4, Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое)
9.	*Valvata pulhella* Studer, 1820	МБ1, Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое)
10.	*Valvata macrostoma* Mörch, 1864	Щ2 (Виштынецкое)
	Легочные	
11.	*Acroloxus lacustris* (Linnaeus, 1758)	МБ1, ОВ, Щ2 (Виштынецкое) Г1 (5 озер)
12.	*Galba truncatula* (Müller, 1774)	МБ1, Ш, ОВ (Виштынецкое)
13.	*Stagnicola palustris* (Müller, 1774)	МБ1, Г4, Ш, ОВ (Виштынецкое) Г1 (Виштынецкое, бухта Тихая)
14.	*Stagnicola corvus* (Gmelin, 1791)	МБ1, Ш, ОВ (Виштынецкое)
15.	*Omphiscola glabra* (Müller, 1774)	Г1 (5 озер)
16.	*Radix auricularia* (Linnaeus, 1758)	МБ1, ОВ (Виштынецкое) Г1 (5 озер) Ш (Виштынецкое, Боровиково)
17.	*Radix balthica* (Linnaeus, 1758)	МБ1, МБ2, Г4, Щ, Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое) Г1 (Виштынецкое, бух. Тихая)
18.	*Radix labiata* (Rossmaessler, 1835)	МБ1, Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое)
19.	*Myxas glutinosa* (Müller, 1774)	Г1 (5 озер) Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое)

20.	*Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758)	МБ1, Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое) Г1 (5 озер)
21.	*Physa fontinalis* (Linnaeus, 1758)	МБ1, Г4, Щ, Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое)
22.	*Planorbarius corneus* (Linnaeus, 1758)	МБ1, ОВ (Виштынецкое) Г1 (5 озер) Ш (Виштынецкое, Островное)
23.	*Planorbis planorbis* (Linnaeus, 1758)	МБ1, ГМБ, ОВ (Виштынецкое) Г1 (5 озер) Ш (Виштынецкое, Боровиково)
24.	*Planorbis carinatus* (Müller, 1774)	МБ1, Щ2 (Виштынецкое)
25.	*Anisus vortex* (Linnaeus, 1758)	МБ1, Г4, Щ2 (Виштынецкое)
26.	*Anisus vorticulus* (Troschel, 1834)	МБ1, Ш, ОВ (Виштынецкое)
27.	*Anisus spirorbis* (Linnaeus, 1758)	Щ2 (Виштынецкое)
28.	*Bathyomphalus contortus* (Linnaeus, 1758)	МБ1, Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое) Г1 (5 озер)
29.	*Gyraulus albus* (Müller, 1774)	МБ1, Г4, Ш, ОВ (Виштынецкое) Г1 (5 озер)
30.	*Gyraulus acronicus* (Férussac, 1807)	МБ1, Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое)
31.	*Gyraulus crista* (Linnaeus, 1758)	МБ1, Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое)
32.	*Gyraulus riparius* (Westerlund, 1865)	Щ2 (Виштынецкое)
33.	*Gyraulus rossmaessleri* (Auerswald in A. Schmidt, 1851)	Щ2 (Виштынецкое)
34.	*Hippeutis complanatus* (Linnaeus, 1758)	МБ1, Ш, ОВ (Виштынецкое)
35.	*Segmentina nitida* (Müller, 1774)	Щ2 (Виштынецкое)

Обозначения:
МБ1 – означает упоминание вида в работе Мордухай-Болтовской и др., 1971 (аббревиатуры работ по табл. 1.);
5 озер – данные получены из общего списка для 5 изученных озер Виштынецкой группы по работе Герасимова (1977);
Виштынецкое – вид упомянут для одноименного озера во всех работах, аббревиатуры которых перечислены в хронологическом порядке перед скобками.

Таблица 3 - **Видовой состав двустворчатых моллюсков водоемов Виштынецкой возвышенности по литературным данным**

№ п/п	Вид	Вид упомянут в литературе; приводятся аббревиатуры работ (по таблице 1) и водоёмы обнаружения
1.	*Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771)	МБ1, ГМБ, МБ2, Г2, Г4, Щ, Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое); Г1 (5 озер)
2.	*Unio pictorum* (Linnaeus, 1758)	МБ1, Ш, ОВ (Виштынецкое)
3.	*Unio tumidus* (Philipsson, 1788)	МБ1, Ш, ОВ (Виштынецкое)
4.	*Unio crassus* (Philipsson, 1788)	Г1 (5 озер)
5.	*Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758)	МБ1, Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое)
6.	*Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758)	МБ1, Ш, ОВ (Виштынецкое)
7.	*Pseudanodonta complanata* (Rossmässler, 1835)	МБ1, Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое)
8.	*Sphaerium scaldianum* Normand, 1844	МБ1, Ш, ОВ (Виштынецкое)
9.	*Sphaerium nitidum* Clessin, 1877	Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое)
10.	*Sphaerium solidum* (Normand, 1844)	Щ2 (Виштынецкое)
11.	*Pisidium henslowanum* (Sheppard, 1823)	МБ1, Щ, Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое)
12.	*Pisidium amnicum* (Müller, 1774)	МБ1, Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое)
13.	*Pisidium subtruncatum* Malm, 1855	МБ1, Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое)
14.	*Pisidium nitidum* Jenyns, 1832	МБ1, Ш, ОВ (Виштынецкое)
15.	*Pisidium milium* Held, 1836	МБ1, Ш, ОВ (Виштынецкое)
16.	*Pisidium carsenatum* (Poli, 1791)	МБ1, Ш, ОВ, Щ2 (Виштынецкое)
17.	*Pisidium supinum* A. Schmidt 1851	МБ1, Ш, ОВ (Виштынецкое)
18.	*Pisidium conventus* Clessin, 1877	МБ1, Ш, ОВ (Виштынецкое)
19.	*Pisidium moitessierianum* Paladilhe, 1866	Щ2 (Виштынецкое)

Обозначения: как в таблице 2.

Таблица 4 - **Видовой состав и численность моллюсков водоемов Виштынецкой возвышенности в 2013-2014 гг.**

№	Вид	Обн.	%	Тип водоёма (число обследованных по типу)			
				ПВ (19)	Р (5)	РУ (4)	ВВ (3)
	Брюхоногие						
1.	*Planorbarius corneus* (Linnaeus, 1758)	23	11,3	1-5	ед.**	ед**	нет
2.	*Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758)	19	9,3	5-10	ед.**	нет	нет
3.	*Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758)	17	8,3	1-5	ед.**	нет	нет
4.	*Viviparus contectus* (Millet, 1813)	16	7,8	5-20	ед.**	ед**	нет
5.	*Stagnicola corvus* (Gmelin, 1791)	16	7,8	1-5	ед.**	нет	нет
6.	*Radix auricularia* (Linnaeus, 1758)	15	7,4	1-3	ед.**	нет	нет
7.	*Radix balthica* (Linnaeus, 1758)	13	6,4	ед.	10-20**	нет	ед.
8.	*Planorbis planorbis* (Linnaeus, 1758)	13	6,4	1-8	ед.**	нет	5-10
9.	*Physa fontinalis* (Linnaeus, 1758)	11	5,4	ед.	нет	нет	нет
10.	*Anisus vortex* (Linnaeus, 1758)	11	5,4	ед.	ед.**	нет	нет
11.	*Valvata cristata* (Müller, 1774)	6	2,9	ед.	ед.**	нет	нет
12.	*Planorbis carinatus* (Müller, 1774)	6	2,9	ед.	ед.**	ед**	нет
13.	*Acroloxus lacustris* (Linnaeus, 1758)	6	2,9	ед.	нет		нет
14.	*Bathyomphalus contortus* (Linnaeus, 1758)	6	2,9	ед.	ед.**	ед**	нет
15.	*Segmentina nitida* (Müller, 1774)	6	2,9	ед.	ед.**	нет	нет
16.	*Ancylus fluviatilis* Müller, 1774	6	2,9	нет	ед.	1-8***	нет
17.	*Valvata piscinalis* (Müller, 1774)	3	1,5	ед.*	ед.**	нет	нет
18.	*Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758)	2	1,0	1-5*	нет	нет	нет
19.	*Radix ampla* (W. Hartmann, 1821)	2	1,0	ед.*	нет	нет	нет
20.	*Bithynia leachii* (Sheppard, 1823)	2	1,0	ед.*	нет	нет	нет
21.	*Aplexa hypnorum* (Linnaeus, 1758)	2	1,0	нет	нет	нет	3-5
22.	*Stagnicola palustris* (Müller, 1774)	1	0,5	1-5*	нет	нет	нет
23.	*Myxas glutinosa* (Müller, 1774)	1	0,5	ед.*	нет	нет	нет
24.	*Anisus vorticulus* (Troschel, 1834)	1	0,5	ед.*	нет	нет	нет
	Двустворчатые						
25.	*Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771)	2	-	масс.	ед.	нет	нет
26.	*Unio pictorum* (Linnaeus, 1758)	1	-	ед.**	нет	нет	нет
27.	*Unio tumidus* (Philipsson, 1788)	1	-	ед.**	нет	нет	нет
28.	*Unio crassus* (Philipsson, 1788)	1	-	ед.**	1-20	нет	нет
29.	*Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758)	1	-	ед.	нет	нет	нет
30.	*Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758)	2	-	ед.	нет	нет	нет
31.	*Sphaerium corneum* (Linnaeus, 1758)	5	-	ед.	нет	ед.	нет
32.	*Pisidium amnicum* (Müller, 1774)	2	-	нет	ед.**	нет	нет

Обозначения: Обн. – абсолютное количество находок вида в 2013-2014 гг.; % – частота встречаемости для водных гастропод (для двустворчатых не рассчитывалась); тип водоёма: ПВ – постоянные водоёмы (озёра, пруды, запруды, протоки и крупные канавы), Р – реки (Писса, Красная, Синяя, Русская) с выраженным течением воды, РУ - ручьи с выраженным течением воды, ВВ – малые, временные и пересыхающие водоёмы; в графах типа водоёма приводятся максимальные нормальные значения численности вида (экз./ $м^2$), без учета единичных случаев отражающих вспышки численности гастропод. Другие обозначения: * - виды гастропод не встречающиеся в протоках и канавах, ** - по находкам раковин моллюсков в танатоценозах, ***- в пересчете на камень диаметром 5-10 см, ед. – единичные находки, масс. – массовое развитие в оз. Виштынецкое.

Таблица 5 - **Видовой состав гастропод постоянных водоемов Виштынецкой возвышенности в 2013-2014 гг.**

№ п/п	Вид	Водоёмы													
		Озёра					Пруды и запруды				Протоки			Реки	
		Вш	Мр	Бр	Рб	Лн	Вр	Пп	Кт	Мч	Чп	Т1	Т2	Кр	Пс
1.	*Pl. corneus*	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●		●
2.	*B. tentaculata*	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●
3.	*L. stagnalis*	●	●	●	●	●		●	●		●	●	●	●	
4.	*V. contectus*	●	●	●	●				●	●	●		●		●
5.	*S. corvus*	●	●	●	●	●	●	●		●		●			●
6.	*R. auricularia*	●	●	●	●	●	●	●			●		●		●
7.	*R. balthica*	●			●	●		●					●	●	●
8.	*P. planorbis*			●	●		●		●		●	●	●	●	
9.	*Ph. fontinalis*		●	●	●		●	●	●	●	●	●			
10.	*A. vortex*	●	●	●	●	●	●	●				●			●
11.	*V. cristata*		●		●				●		●				●
12.	*P. carinatus*	●			●			●							●
13.	*A. lacustris*		●	●	●	●	●								
14.	*B. contortus*		●	●	●		●								●
15.	*S. nitida*			●	●		●			●					●
16.	*A. fluviatilis*													●	●
17.	*V. piscinalis*	●			●										●
18.	*V. viviparus*					●		●							
19.	*R. ampla*	●													
20.	*B. leachii*				●										
21.	*S. palustris*				●										
22.	*M. glutinosa*	●													
23.	*A. vorticulus*	●													

Обозначения водоёмов:
Вш – оз. Виштынецкое,
Мр – оз. Мариново,
Бр – оз. Боровиково (Проточное),
Рб – оз. Рыбное (Лесистое), Лн – оз. Линёвое (пос. Ягодное),
Вр – запруда на руч. Вражки (пос. Садовое),
Пп – пруд на р. Писса (пос. Ягодное),
Кт – запруда на руч. у Катерининой горы (ок. оз. Боровиково),
Мч – запруды на руч. впад. в оз. Мариново с юга,
Чп – протока у р. Русская (пос. Чистые Пруды),
Т1 – протока № 1 у бух. Тихая около оз. Виштынецкое,
Т2 – протока № 2 там же где Т1 (с мостом на шоссе),
Кр – р. Красная 1 км выше пос. Токаревка,
Пс – р. Писса 3 км ниже пос. Ягодное;
● – вид обнаружен,
« » – вид не найден или отсутствует.

Обсуждение

По литературным сведениям для водоёмов возвышенности известно 35 видов гастропод и 19 видов двустворчатых моллюсков. С результатами наших сборов 2013-2014 гг. всего отмечено 57 видов моллюсков, из которых 20 видов двустворчатых и 37 брюхоногих (10 переднежаберных гастропод, остальные легочные).

Мной было обнаружено 24 вида гастропод (6 переднежаберных и 18 легочных), а также 8 видов двустворчатых моллюсков. Было подтверждено обитание 21 вида гастропод, известных по литературе, а также 7 видов двустворчатых моллюсков, упоминавшихся ранее для водоёмов возвышенности.

Были найдены виды, ранее не известные: *R. ampla* (вид не был найден предыдущими авторами в оз. Виштынецкое), *A. hypnorum* (обследованы временные водоёмы), *A. fluviatilis* (изучены реки и, особенно, ручьи), *Sph. corneum* (вид случайно пропущен предыдущими авторами).

25 видов, приводимых для водоёмов возвышенности в известной нам литературе, не были нами встречены. Среди них: *Th. fluviatilis*, *M. scholtzi*, *V. pulhella*, *A. spirorbis*, *G. truncatula*, *O. glabra*, *G. albus*, *G. acronicus*, *G. riparius*, *G. crista*, *G. rossmaessleri*, *H. complanatus*, *Ps. complanata*. Это же относится к большинству видов мелких двустворчатых.

Большая часть представителей рода *Sphaerium* и *Pisidium* не была идентифицирована до вида по причине выбранного метода сбора и определения проб моллюсков. Мы опустим их обсуждение, так как фауна мелких двустворчатых моллюсков возвышенности требует специального изучения.

Сравнение списков водных брюхоногих моллюсков Калининградской области (Манаков, 2015а) и Виштынецкой возвышенности (Манаков, 2015б) позволяет сделать вывод об отсутствии в водоёмах возвышенности некоторых чужеродных видов, например *Lithoglyphus naticoides* (Pfeiffer, 1828). 18 июля 2015 в оз. Виштынецком мной был найден *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843) в виде единичной пустой раковины в танатоценозе у бухты Тихая (неопубликованные данные). Не были найдены редкие в нашем регионе *Bithynia troschelii* (Paasch, 1842) и *Borysthenia naticina* (Menke, 1846).

Среди легочных гастропод отсутствуют чужеродные *Physella acuta* (Draparnaud, 1805) и *Physella heterostropha* (Say, 1817). Некоторые виды, обитающие во временных водоемах, не были найдены по случайным причинам: *Stagnicola turricula* (Held, 1836), *Radix lagotis* (Schrank, 1803), *Anisus leucostoma* (Millet, 1813), *Anisus septemgyratus* (Ziegler in Rossmässler, 1835). Это объясняется малочисленностью обследованных водоёмов этого типа. Также не были обнаружены редкие виды *Stagnicola fuscus* (C. Pfeiffer, 1821) и *Gyraulus laevis* (Alder, 1838).

Отсутствие находок всех этих видов свидетельствует о неполной обследованности возвышенности в отношении её малакофауны.

В заключение, следует отметить, что для нужд охраны природы наиболее важной находкой на Виштынецкой возвышенности следует считать обильные

поселения *U. crassus* в р. Писса ниже пос. Ягодное. Это местообитание, несомненно, можно считать памятником природы регионального значения, которое существует как минимум с момента издания первой книги об оз. Виштынецкое (Алексеев и др., 1976). Для сравнения, в реках Вармийской (Корневка, Майская, руч. Великопальный) и Самбийской (Нельма) возвышенности встречаются единичные пустые створки моллюсков этого вида. Виды найденные нами: *P. carinatus* и *A. vorticulus,* а также известные по литературе из водоёмов возвышенности (*O. glabra, G. albus, G. riparius*) занесены в Красную книгу Калининградской области.

Выражаю глубокую признательность руководителю турклуба «Азимут» М.Г. Бадамшину и всем его членам за совместные походы, сделавшими возможным эту работу, калининградскому краеведу Б.Н. Адамову за организацию увлекательных автобусных экскурсий к оз. Виштынецкому, а также Р.Н. Буруковскому (КГТУ) и Ч.М. Нигматуллину (АтлантНИРО), читавших рукопись и сделавших ряд существенных замечаний. Автор глубоко признателен Г.Х. Щербине (ИБВВ РАН) и А.А. Гусеву (АтлантНИРО) за предоставленные материалы, а также откликнувшимся на мои просьбы польским коллегам: M. Marzec (Suwalski Landscape Park) и A. Kołodziejczyk (Department of Hydrobiology, Faculty of Biology, University of Warsaw).

Литература

Алексеев Н.К., Демидова А.Г., Берникова Т.А., Мордухай-Болтовская Э.Д., Мухордова Л.Л. 1976. Озеро Виштынецкое. Калининград: Калининградское книжное издательство, 48 с.

Географический Атлас Калининградской области. 2002. Под ред. Орленка В.В. Калининград, 276 с.

Герасимов Ю.В. 1977. Зообентос озер Нестеровского района по результатам подводных наблюдений. Дипломная работа. Калининград. КТИ РПиХ, 76 с.

Герасимов Ю.В., Мордухай-Болтовская Э.Д. 1979. Применение подводной техники при исследовании фитали озер Нестеровского района Калининградской области. Труды КТИ РПиХ, 83: 53-59.

Герасимов Ю.В. 1983а. Условия нагула бентосоядных рыб в зоне зарослей макрофитов озер. Автореферат дис. канд. биол. наук. М., 24 с.

Герасимов Ю.В. 1983б Условия нагула бентосоядных рыб в зоне зарослей макрофитов. Дис… канд. биол. наук. Калининград, 200 с.

Герасимов Ю.В. 1982. Условия нагула бентосоядных рыб в зоне зарослей. АН СССР Институт биологии внутренних вод. Борок.: ВИНИТИ, 26 с. (№ 4661-82 Деп).

Жадин В.И. 1956. Методика изучения донной фауны водоёмов и экологии донных беспозвоночных. Жизнь пресных вод. Том. 4. Часть 1. М.-Л.: Академия наук СССР, 279-382.

Калининградская область. Общегеографический региональный атлас. 2004. Масштаб 1: 100 000. М.: ФГУП «439 ЦЭВКФ» МО РФ, 72 с.

Манаков Д.В. 2015а. Список водных брюхоногих моллюсков (Mollusca, Gastropoda) Калининградской области (литературный обзор) // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 1 (91): 68-72.

Манаков Д.В. 2015б. Список водных моллюсков Виштынецкой возвышенности (Калининградская область). Труды третьей международной научно-практической конференции «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоёмов», 26-27 мая 2015 г. Калининград: ФГБОУ ВПО «КГТУ»: 130-133.

Мордухай-Болтовская Э.Д., Иванов П.И., Машинец И.П. 1971. Зоопланктон и зообентос озера Виштынецкого. Биология рыб и водных беспозвоночных морских и внутренних водоемов: Труды КТИ РПиХ. Калининград. 26: 38-53.

Мордухай-Болтовская Э.Д., Цыганков В.Ю., Щербина Г.Х., Герасимов Ю.В. 1980. Биомасса и продукция зоопланктона и зообентоса в озерах Калининградской области (Виштынецком, Островном и Камышевом) в 1976-1977 гг. Труды КТИ РПиХ. Калининград. 91: 48-56.

Озеро Виштынецкое (Vištyčio ežeras). 2008. Под ред. Тылика К.В., Шибаева С.В.. Калининград: ИП Мишуткина И.В., 143 с.

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. 1983. Ред. Абакумов В.А.. Ленинград: Гидрометеоиздат, 240 с.

Смирнова С.В. 2000. Размерный состав и возрастная изменчивость моллюска *Dreissena polymorpha* Куршского залива и Виштынецкого озера. Виды вселенцы в Европейских морях России. Апатиты: Издательство КНЦ РАН: 206-217.

Схема охраны природы Калининградской области. 2004. Под ред. Цыбина Ю.А. Калининград: Издательство TENAX MEDIA, 136 с.

Шибаева М.Н. 1997. Экологическая характеристика малых рек Калининградской области. Дис… канд. биол. наук. Калининград, 270 с.

Щербина Г.Х. 1988. Макрозообентос оз. Виштынецкого Калининградской области. Экология и морфология водных беспозвоночных. Борок: ИБВВ АН СССР: 2-32 (Деп. ВИНИТИ 27.09.88 № 7151 - В 88).

Щербина Г.Х. 2007. Изменение структуры макрозообентоса оз. Камышовое после прекращения функционирования утиной фермы. Тезисы научно-практической конференции «Теория и практика восстановления внутренних водоемов». СПб.: Институт озероведения РАН: 69-70.

Щербина Г.Х. 1993. Роль *Dreissena polymorpha* Pallas в донных сообществах озера Виштынецкое. Зооценозы водоемов бассейна Верхней Волги в условиях антропогенного воздействия. СПб: Гидрометеоиздат, 145-159.

Щербина Г.Х. 2010. Таксономический состав и сапробиологическая значимость донных макробеспозвоночных различных пресноводных экосистем Северо-Запада России. Экология и морфология беспозвоночных континентальных вод. Махачкала: Издательство «Наука ДНЦ», 426-466.

Anderson R. 2005. An annotated list of the non-marine Mollusca of Britain and Ireland. Journal of Conchology, 38: 607-638.

Glöer P., Meier-Brook C. 2003. Süsswassermollusken (Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland, 13 neubearbeitete Auflage). Hamburg: DJN, 135 s.

Glöer P., Zettler M. 2005. Kommentierte Artenliste der Süßwassermollusken Deutschlands. Malakologische Abhandlungen, 23: 3-26.

Horsák M., Juřičková L., Beran L., Čejka T., Dvořák L. 2010. Komentovaný seznam měkkýšů zjištěných ve volné přírodě České a Slovenské republiky. Malacologica Bohemoslovaca, 1: 1-37.

Zettler M. L., Zettler A., Daunys D. 2005. Bemerkenswerte süßwassermollusken aus Litauen. Aufsammlungen vom September 2004. Malakologishe Abhandlungen, 23: 27-40.

ABSTRACT. The paper provides an overview of study of freshwater mollusks of Vishtynets (Vištytis) upland (Kaliningrad region, Russia) since 1966 to present time. Today are known 57 species of mollusks (20 bivalve and 37 gastropod species). The sampling was occurred out in 2013-2014. There were found 21 species of gastropods and 7 bivalve mollusks. Four species (*R. ampla*, *A. hypnorum*, *A. fluviatilis*, *Sph. corneum*) found for the first time this region. Some later (in 2015) we found *P. antipodarum* in Vishtynets lake.

РЕАКЦИИ НИЛЬСКОЙ ТИЛЯПИИ НА ЭКСТРАКТЫ КОРМОВЫХ ОБЪЕКТОВ

Е.А. Марусов
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, emarus44@mail.ru

Тиляпии занимают ведущие позиции в мировой аквакультуре. Среди культивируемых видов большое внимание привлекает нильская тиляпия, высоко продуктивная и коммерчески выгодная пресноводная рыба. Тиляпии всеядны и могут легко переходить с растительной пищи на животную (Титарев и др., 2010; Wang, Lu, 2015), причем характер питания меняется в зависимости от условий и наличия потенциальных жертв разных групп и зависит от сезона года. Роль химических сигналов и обоняния в различных аспектах поведения рыб, в том числе и пищевом исследуется достаточно активно (Kleerekoper, 1969; Павлов, Касумян, 1990; Касумян и др., 2010). Цихлиды использовались как подопытные объекты при исследовании химических коммуникаций между разнополыми особями, родителями и потомством, при социальных взаимодействиях, состаивании и индивидуальном опознавании (Liley, 1982). Химические вещества тревоги, выделяющиеся из поврежденной кожи сородичей, провоцируют у нильской тиляпии учащение дыхания, подавление агрессивности, стресс и снижение пищедобывательной активности (Barreto et al., 2010; Sanches et al., 2015). Однако в доступных нам источниках не было найдено работ о роли обонятельной рецепции в пищевом поведении представителей этого обширного семейства. В задачи настоящего исследования входила оценка роли химической рецепции у нильской тиляпии *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) в выборе кормовых объектов и определение уровня чувствительности к пищевым запахам.

Эксперименты были выполнены на молоди нильской тиляпии (SL 87-98 мм и массой 11.4-13.1 г). За 4 месяца до опытов рыбы были энуклеированы путем удаления хрусталика через узкий крестообразный надрез роговицы. С целью частичного обездвиживания и уменьшения стрессового воздействия перед проведением операций по энуклеированию рыб переносили в охлажденную до 0 °С воду до начала потери ими равновесия (холодовая анестезия). Энуклеацию проводили для снижения высокой двигательной активности и пугливости рыб, затруднявшей проведение поведенческих экспериментов при исследовании реакции на стимульные растворы. Для проведения опытов были использованы 6 одинаковых проточных аквариумов (30.5x20.5x14.5 см, уровень воды 12 см) с точечной подачей химического стимула. Слабый проток обеспечивался замкнутой циркуляцией воды через угольно-гравийный биофильтр. Вода из биофильтра поступала в аквариум со скоростью 0.075 л/мин по трубке, выходное отверстие которой было направлено вниз и находилось на высоте 7 см от дна в передней части аквариума. Пройдя через аквариум, вода вновь направлялась по аэролифту в биофильтр. Полный водообмен занимал примерно 1.5 ч. Грунт в аквариумах отсутствовал. Стимульные растворы вводили в подающую воду трубку со скоростью 0.025 л/мин в течение 3-х минут.

В качестве контроля вводили с той же скоростью чистую воду, взятую из биофильтра. Скорость протока была постоянной до, вовремя и после подачи тестируемого раствора. В ходе эксперимента каждой рыбе сначала подавали чистую воду (контроль), а затем водный экстракт личинок комаров сем. Chironomidae или тестируемых растений. Все растворы использовались только в свежеприготовленном виде. В течение одного экспериментального дня проводилось не более двух предъявлений стимульного раствора разной концентрации экстрактов личинок или растений. Интервал между опытами на одной и той же особи составлял не менее 3 ч. Каждый стимул подавали в 4-х повторностях в разные экспериментальные дни. После опытов часть воды в аквариумах заменяли свежей. Температуру воды поддерживали на уровне 24 ^{o}C с помощью автоматических обогревателей. Рыб кормили живыми личинками комаров один раз в сутки, в экспериментальные дни – по окончании опытов.

Для приготовления стимульных растворов использовали живых личинок хирономид, а также замороженные при -15^{o} С растения - риччия *Riccia sp.*, элодея *Elodea canadensis*, ряска *Lemna minor* и салат *Latuca sativa.* Образцы взвешивали, растирали в фарфоровой ступке и разводили водой, взятой на выходе из биофильтра, в нужной пропорции для получения требуемой для опыта концентрации экстракта.

Рыбы размещались в аквариумах поодиночке, период акклимации к условиям опыта составлял три недели. Поведенческий ответ рыб на разные концентрации экстрактов оценивали качественно (визуально) и количественно по суммарному времени проявления пищевого поискового поведения. Интенсивность поведенческой реакции оценивали по поведению рыбы вблизи источника химического стимула (1/3 площади дна аквариума). С помощью ручного суммирующего секундомера в течение всего времени подачи стимульного раствора регистрировали общее время проявления рыбой характерных для пищевого поведения элементов (поиск с характерным плаванием в наклонном положении с касанием субстрата передней частью головы, тестирующие поклевки дна и нижней кромки ближайшей стенки аквариума). Всего было сделано 192 пары опыт – контроль. Для статистической обработки данных использовали критерий Вилкоксона для сопряженных пар (Т).

Энуклеацию рыбы переносили достаточно легко. Уже через несколько часов после операции некоторые рыбы, при совместном содержании в общем аквариуме, медленно приближались к корму и схватывали его. На следующий день все особи потребляли по нескольку штук личинок комаров. На третий день, сразу после внесения корма в аквариум, подходили к нему с расстояния нескольких сантиметров и активно схватывали. Наблюдались взаимные атаки при сближении двух или нескольких рыб, причем более крупные тиляпии старались отгонять мелких или менее активных особей от корма, но без преследования. В дальнейшем такие стычки учащались, что вынуждало отсаживать слабых рыб в другой аквариум. Энуклеация не препятствовала рыбам видеть предметы и схватывать падающий в воде корм.

Характерного для некоторых других видов рыб перехода после энуклеации к придонному поиску корма (Касумян, Марусов, 2002, 2008; Marusov, Kasumyan, 2010) у тиляпий не наблюдалось.

В экспериментальных условиях, т.е. при одиночном содержании рыб, при внесении в аквариум сразу нескольких личинок, часть из них успевает упасть на дно. В этом случае рыба оказывается вынужденной потреблять корм со дна. Тиляпия может заметить отдельную личинку с расстояния нескольких сантиметров (до 8–10 и более). Рыба плывет к ней, но часто не может точно определить местоположение объекта и дистанцию до него. За 2–3 сантиметра от корма рыба делает несколько всасывающих движений ртом и за счет этого схватывает личинку. Мгновенная хватка следует при касании личинки губами. Случайное прикосновение падающего корма к коже верхней поверхности головы или передней части тела, так же как касание нижней поверхностью головы у дна провоцирует хватку после короткого резкого смещения назад (хвостом вперед на расстояние до ¼ длины тела). В отсутствие корма рыбы обычно малоподвижны, находятся в разных частях аквариума у дна или в толще воды. Иногда наблюдаются медленные перемещения или изменение глубины погружения. Достаточно редко тиляпии совершают короткие проплывы у дна, слегка наклонившись вперед и касаясь поверхности. Еще реже наблюдаются тестирующие поклевки дна и стенок. Так же редко рыбы всплывают к поверхности воды и делают несколько всасывающих движений ртом, имитирующих захват корма.

Введение в аквариум водного экстракта личинок хирономид вызывало пищевое возбуждение рыбы в том случае, если она оказывалась в зоне распространения раздражителя при спонтанных перемещениях по аквариуму или случайно подходила к подающей трубке. В большинстве опытов с использованием высоких концентраций стимула тиляпии сразу ускоряли движение, касались дна с наклоном тела, характер перемещений менялся – рыбы плавали галсами с резкими поворотами, восьмерками и кругами с малым радиусом. Периодически наблюдались поклевки дна в движении или на месте, тогда угол наклона достигал 45^{o} и больше. В некоторых случаях рыбы начинали склевывать с нижней части стенки аквариума и даже поднимались к подающей трубке и к поверхности, продолжая совершать поклевки (в этом случае отсчет времени реакции прекращался, т.к. рыба выходила из зоны поступления стимула). В движении рыба могла покидать на некоторое время место распространения запаха, после чего возвращалась под струю и снова активно возобновляла пищевой поиск. Такое поведение обычно продолжалось в течение всего времени подачи стимульного раствора (3 мин). Низкие концентрации экстракта хирономид как правило стимулировали меньший по продолжительности и более слабый по проявлению, с редкими поклевками, ответ, который чаще наблюдался в первые 1-2 минуты опыта. Подача контрольной воды не привлекала рыб в зону введения. Единичные, слабые, кратковременные спонтанные проявления придонной поисковой активности возникали в течение всего времени регистрации или отсутствовали.

Частицы фекалий, оказавшиеся в зоне подачи контрольной воды, не вызывали интереса рыб, а при поиске в ответ на пищевой экстракт обычно схватывались и иногда даже проглатывались.

Опыты показали, что на одну и ту же концентрацию запаха в разных предъявлениях и у разных рыб, интенсивность реакции значительно варьирует. Однако средние значения и уровень максимального ответа уменьшаются при разбавлении экстракта (рисунок 1). Все использованные концентрации химического стимула достоверно (p<0.001) повышали интенсивность реагирования рыб в сравнении с контролем. Различия между ответами на минимальную и на более высокие концентрации запаха также достигали высокого уровня значимости (p<0.001), как и сила реакций на экстракты с концентрацией 0.01 и 0.001 г/л (p<0.01).

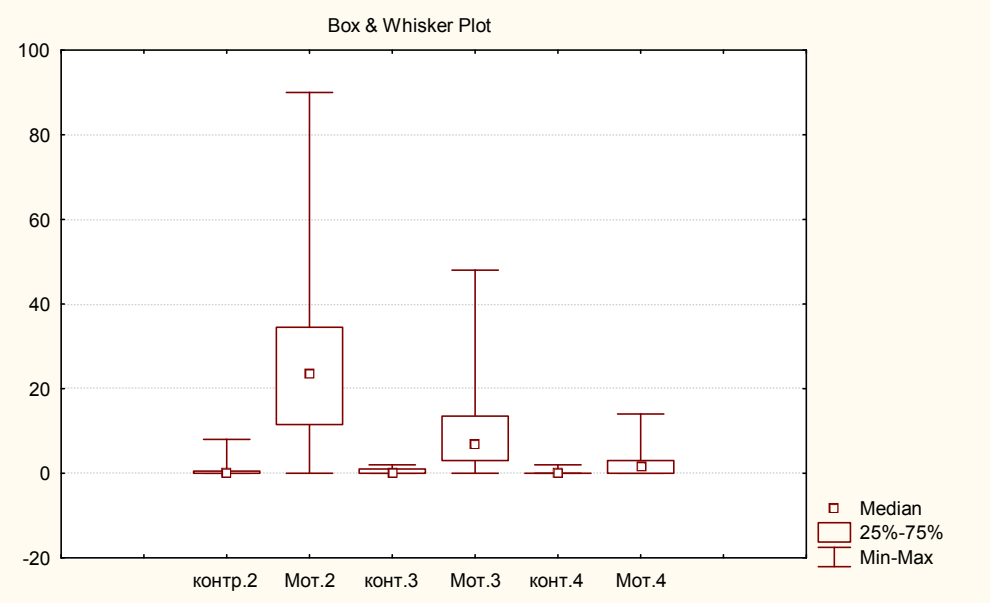


Рисунок 1 - **Продолжительность пищевого поиска (секунды) одиночных энуклеированных нильских тиляпий *Oreochromis niloticus* на разные концентрации экстракта личинок хирономид и чистую воду (контроль) за 3 минуты стимуляции Мот. 2, 3, 4 – экстракт личинок хирономид в концентрации 0.01, 0.001 и 0.0001 г/л соответственно**

Экстракты растений, использованные в опытах, так же стимулировали у тиляпий характерный придонный поиск и тестирующие поклевки. Все предъявленные раздражители в концентрации 0.01 г/л вызывали более сильный ответ, чем в контроле (p<0.001). Разведенный в 10 раз экстракт листьев салата

так же оказывал достоверный эффект (p<0.01). Сравнение интенсивности реакций на каждый из раздражителей между собой выявило максимальные различия у риччии и салата (0.001 г/л) (p<0.001). С достоверностью (p<0.01) отличались пары раздражителей: экстракты салата в концентрации 0.01 и 0.001 г/л, а так же элодеи и риччии. Элодея и салат (0.001 г/л) и риччия - ряска отличались минимально (p<0.05). Пары экстрактов: элодея – ряска, элодея – салат (0.01 г/л), салат (0.01 г/л) – риччия, и салат (0.01 г/л) – ряска, так же как и салат (0.001 г/л) – ряска не отличались по эффективности (p>0.05). Характер вариабельности силы реакций на эти стимулы представлен на Рисунке 2.

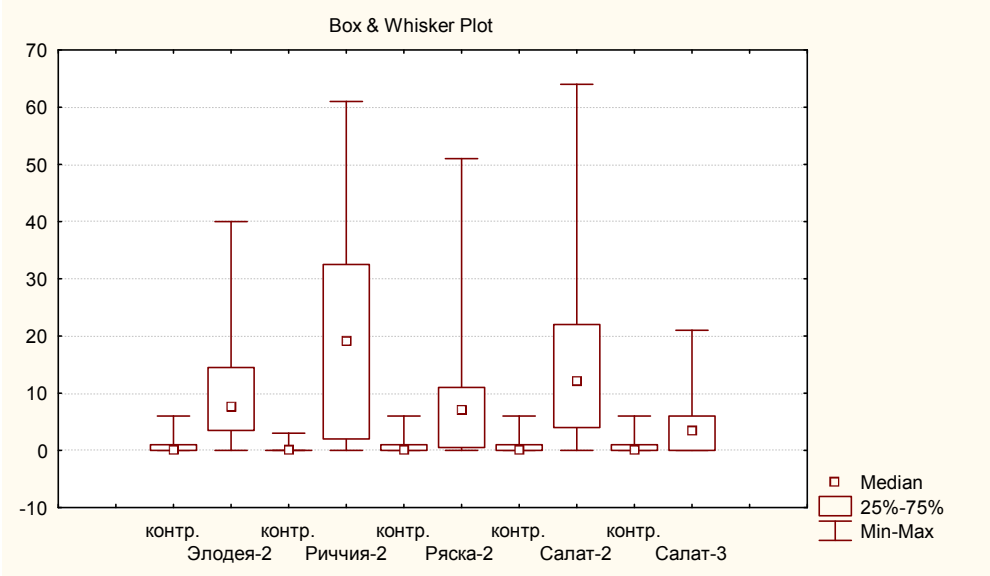


Рисунок 2. **Продолжительность пищевого поиска (секунды) одиночных энуклеированных нильских тиляпий *Oreochromis niloticus* на экстракты растений и чистую воду (контроль) за 3 минуты стимуляции -2, -3 – растительные экстракты в концентрации 0.01, 0.001 г/л соответственно**

Опыты с водными экстрактами различных потенциальных объектов питания показали, что нильская тиляпия, характеризующаяся как всеядная рыба, реагирует на запахи животных и растительных кормов. Пороговые концентрации, определенные в стандартных условиях, позволяют оценить обонятельную чувствительность этого вида в сравнении с данными, полученными на других видах рыб (Касумян и др., 2010**;** Касумян, Марусов, 2015) и особенности пищевого поиска. Характерной чертой тиляпии является выраженный приоритет зрительных стимулов при поиске и схватывании живой добычи. Энуклеация этих рыб не приводила

к изменению стереотипа пищевого поиска, как это было показано ранее на гольянах *Phoxinus phoxinus*, горчаке *Rhodeus sericeus amarus* и молоди радужной форели *Oncorhynchus mykiss* (Касумян, Марусов, 2002, 2008; Marusov, Kasumyan, 2010). Тиляпия, осуществляя пищевой поиск в ответ на запаховую стимуляцию, кроме тестирования дна, где концентрация химического раздражителя максимальна, периодически поднималась в средние слои воды и к поверхности, продолжая совершать ртом всасывающие движения. Тем не менее, пороговая чувствительность рыб к экстракту хирономид, оцениваемая только по результатам придонного поиска, оказалась достаточно высокой и соизмеримой с таковой у многих видов рыб, исследованных ранее. Можно предположить, что при определенных условиях с ограниченной видимостью, тиляпия может успешно находить подходящий ей корм с помощью обоняния. Полученные результаты также показывают перспективность разработки и применения пищевых запаховых стимуляторов для повышения привлекательности искусственных кормов и эффективности выращивания нильской тилпии.

Работа поддержана РФФИ, грант № 16-04-00322.

Литература

Касумян А.О., Марусов Е.А. 2002. Поведенческие ответы гольяна *Phoxinus phoxinus* (Cyprinidae) на химические сигналы в норме и после острой и хронической аносмии // Вопр. ихтиологии. Т. 42. № 5. С. 684–696.

Касумян А.О., Марусов Е.А. 2008. Дистантная хеморецепция у радужной форели *Oncorhynchus mykiss* в норме и после хронической аносмии // ДАН. Т. 423. № 5. С. 707–709.

Касумян А.О., Марусов Е.А. 2015. Хемоориентация в пищевом поведении у слепой пещерной рыбы *Astyanax fasciatus* (сем. Characidae, Teleostei) // Экология. № 6. С. 439–443.

Касумян А.О., Девицина Г.В., Марусов Е.А., Червова Л.С., Сидоров С.С., Михайлова Е.С., Головкина Т.В., Алексеева Л.С. 2010. Хемосенсорная регуляция пищевого поведения у рыб // Актуальные проблемы современной ихтиологии (к 100-летию Г.В. Никольского). М.: Т-во научных изданий КМК. С. 305–353.

Павлов Д.С., Касумян А.О. 1990. Сенсорные основы пищевого поведения рыб // Вопр. ихтиологии. Т. 30. Вып. 5. С. 720-732.

Титарев Е.Ф., Титарева Л.Н., Маслобойщиков В.С., Маслобойщикова А.Е. 2010. Индустриальные методы разведения и выращивания рыб. М.: Экон-Информ. 427 с.

Barreto R.E., Junior A.B., Giassi A.C.C., Hoffmann A. 2010. The “club” cell and behavioural and physiological responses to chemical alarm cues in the Nile tilapia // Marine and Freshwater Behav. Physiol. V. 43. № 1. P. 75–81.

Kleerekoper H.G. 1969. Olfaction in fishes. Bloomington, London. Indiana Univ. Press. 148 p.

Liley N.R. 1982. Chemical communication in fish // Can. J. Fish Aquat. Sci. V. 39. P. 22–35.

Marusov E.A., Kasumyan A.O. 2010. Feeding behavior mediated by chemoreception in the bitterling *Rhodeus sericeus amarus* // J. Ichthyol. V. 50. № 11. P. 1036–1042.

Sanches F.H.C., Miyai C.A., Pinho-Neto C.F., Barreto R.E. 2015. Stress responses to chemical alarm cues in Nile tilapia // Physiol. and Behav. V. 149. P. 8–13.

Wang M., Lu M. 2015. Tilapia policulture: a global review // Aquaculture Research. P. 1–12.

ABSTRACT. The reactions of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Cichlidae), known as carnivorous and herbivorous fish, to odours of potential food items were investigated. Different concentrations of water extracts of chironomid larvae and some plants stimulated food searching behavior in fish. The olfactory sensitivity to food odours in tilapia and some other fish species tested early was compared.

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ РЫБ К ЗАПАХАМ КОРМОВЫХ ОРГАНИЗМОВ

Е.А. Марусов
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, emarus44@mail.ru

Для поддержания численности и биоразнообразия видов необходимо иметь разносторонние и максимально полные сведения об особенностях и характеристиках питания рыб разных видов, сведения об их кормовых предпочтениях и свойствах сенсорных систем, участвующих в обеспечении их пищевых потребностей. Обоняние обеспечивает успешный поиск и обнаружение корма у многих видов рыб. Одной из важных характеристик, определяющих роль сенсорной системы в поведении, является ее чувствительность к адекватным раздражителям. Экспериментальными поведенческими методами возможно определить минимально действующие концентрации пищевых химических стимулов. В большинстве случаев в таких работах используются экстракты кормовых организмов или искусственных кормов (Steven, 1959; Brawn, 1969; Касумян, Пономарев, 1986; Марусов, 1997, 2014). Однако в условиях естественной среды обитания рыбы чаще сталкиваются с внешними водорастворимыми метаболитами пищевых организмов.

В регуляции пищевого поведения на разных его этапах в той или иной степени участвуют все сенсорные системы (Atema, 1980; Павлов, Касумян, 1990). У рыб с развитой зрительной рецепцией в условиях достаточной видимости зрение является ведущей сенсорной системой при ближнем поиске и захвате корма. В экспериментальных условиях при исследовании роли обонятельной рецепции в поведенческих ответах на исследуемые стимулы часто применяется метод частичного или полного выключения зрения (Bardach et al., 1967; Марусов, 1997; Касумян, Марусов, 2002, 2008; Marusov, Kasumyan, 2010). Применение этого метода особенно необходимо при работе с низкими концентрациями пищевых экстрактов и в условиях ограниченных объемов рабочих аквариумов. Энуклеация или ослепление подопытных особей снижает вероятность реагирования на побочные раздражители, рыбы ведут себя гораздо спокойнее, быстрее привыкают к длительному нахождению в экспериментальной установке, приучаются отыскивать корм на дне, проявляя при этом характерное пищевое поисковое поведение. Проведение исследований на таком объекте как слепая пещерная форма рыбы *Astyanax fasciatus* (сем. Characidae), у которой редукция глаз и слепота является наследуемым признаком, снимает необходимость выполнения у подопытных рыб операций по удалению зрения. Способность слепых пещерных рыб проявлять поведенческий ответ на натуральные обонятельные пищевые стимулы позволила оценить чувствительность этого вида к экстракту личинок комаров (сем. Chironomidae) (Касумян, Марусов, 2015). В задачи настоящей работы

входило выяснить интенсивность поведенческих поисковых реакций астианаксов на запах живых личинок хирономид, используя различные концентрации внешних метаболитов этих кормовых организмов.

Эксперименты были выполнены на интактных слепых пещерных астианаксах (L_{st} 58-68 мм и массой 3.1-4.6 г). Для проведения опытов были использованы 6 одинаковых проточных аквариумов (30.5x20.5x14.5 см, уровень воды 12 см) с точечной подачей химического стимула. Слабый проток обеспечивался замкнутой циркуляцией воды через угольно-гравийный биофильтр. Вода из биофильтра поступала в аквариум со скоростью 0.075 л/мин по трубке, выходное отверстие которой было направлено вниз и находилось на высоте 5 см от дна в передней части аквариума. Вода, пройдя через аквариум, вновь направлялась по аэролифту в биофильтр. Полный водообмен занимал примерно 1.5 ч. Грунт в аквариумах отсутствовал. Стимульные растворы вводили в подающую воду трубку со скоростью 0.025 л/мин в течение 3-х минут. В качестве контроля вводили с той же скоростью чистую воду, взятую из биофильтра. Скорость протока была постоянной до, во время и после подачи тестируемого раствора. В ходе эксперимента каждой рыбе сначала подавали чистую воду (контроль), а затем водный настой привычного для рыб живого корма – личинок хирономид. Все растворы использовались только в свежеприготовленном виде. В течение одного экспериментального дня проводилось не более двух предъявлений стимульного раствора разной концентрации. Интервал между опытами на одной и той же особи составлял не менее 3 ч. Каждый стимул тестировали на каждой особи в 4-х повторностях в разные экспериментальные дни. После опытов часть воды в аквариумах заменяли свежей. Рыб кормили живыми личинками комаров один раз в сутки до насыщения, в экспериментальные дни – по окончании опытов.

Для приготовления стимульных растворов навеску живых личинок ополаскивали и помещали в емкость с водой (температура 24 ^{o}C), взятой на выходе из биофильтра. Объем воды и время экспозиции подбирали с учетом массы личинок в пропорции, нужной для получения требуемого количества тестируемого раствора определенной концентрации, выраженной в условных единицах с размерностью грамм (массы личинок) • час (время экспозиции) / литр (объем воды).

Рыбы размещались в аквариумах поодиночке, период акклимации к условиям опыта составлял две недели. Поведенческий ответ рыб на разные концентрации (от 0.01 до 0.0001 г•ч/л) водного настоя живых личинок хирономид оценивали качественно (визуально) и количественно по суммарному времени проявления пищевого поискового поведения. Интенсивность поведенческого ответа оценивали по поведению рыбы вблизи источника химического стимула (1/3 площади дна аквариума). С помощью ручного суммирующего секундомера в течение всего времени подачи стимульного раствора регистрировали общее время проявления рыбой характерных для пищевого поведения элементов (поиск с характерным плаванием в наклонном положении с касанием субстрата передней

частью головы, тестирующие поклевки). Для статистической обработки данных использовали критерий Вилкоксона для сопряженных пар (Т).

Интактные рыбы как правило постоянно и спокойно плавают по всему объему аквариума, чаще вдоль стенок в нижней половине и у дна. Изредка касаются дна нижней поверхностью головы или нижней челюстью с наклоном тела под углом к субстрату. Очень редко в этом положении рыбы совершают поклевки дна, частиц мусора и собственных фекалий, что можно трактовать как пищевое поисковое поведение. При внесении в аквариум кормовых объектов рыбы с расстояния до 3-5 см реагируют значительным увеличением двигательной активности, опусканием ко дну с наклоном тела под углом 30-40^{o}, резкими разворотами, кругами и «восьмерками» с малым радиусом. Корм схватывают только после касания губами, промахнувшись, продолжают поиск, сужая зону плавания. Проплыв в непосредственной близости от личинки без касания губами, или с касанием другими частями головы, тела, а также плавниками, хватку не вызывает. Успешный захват корма активизирует поиск в этом же месте.

Водные настои личинок хирономид вызывают выраженный пищевой поиск у подопытных рыб – привлечение к источнику химического стимула, значительное увеличение двигательной активности, зигзагообразные проплывы, «круги» и «восьмерки» с малым радиусом поворотов и с наклоном тела под углом к субстрату, касанием дна губами и нижней челюстью. Рыбы также демонстрируют частые спонтанные хватательные движения ртом у дна и изредка источника химического стимула (подающей трубки). Достоверно отличающееся от контроля увеличение продолжительности реагирования рыбы проявляли на растворы концентрацией 0.01 и 0.001 г•ч/л ($p<0.001$). Ответы на более низкую концентрацию раздражителя (0.0001 г•ч/л) не превышали уровень, наблюдаемый в контрольных опытах ($p>0.05$). При попарном сравнении интенсивности реакций на каждую из использованных в опытах концентрацию раствора уровень различий достигал порога достоверности ($p<0.001$). В повторных опытах с одной и той же концентрацией стимула каждая рыба могла реагировать с разной интенсивностью, однако максимальная сила ответа уменьшалась по мере снижения концентрации (рисунок 1).

Полученные результаты показывают, что слепые пещерные рыбы обладают хорошо выраженной способностью проявлять пищевой поиск в ответ на запах живых кормовых организмов. Интенсивность реакции напрямую зависит от концентрации химического стимула. Ранее было показано, что аналогичный характер имеют ответы на различные концентрации экстракта личинок хирономид (Касумян, Марусов, 2015). Сходный характер имел и разброс силы индивидуальных реакций отдельных рыб (Рисунок 2).

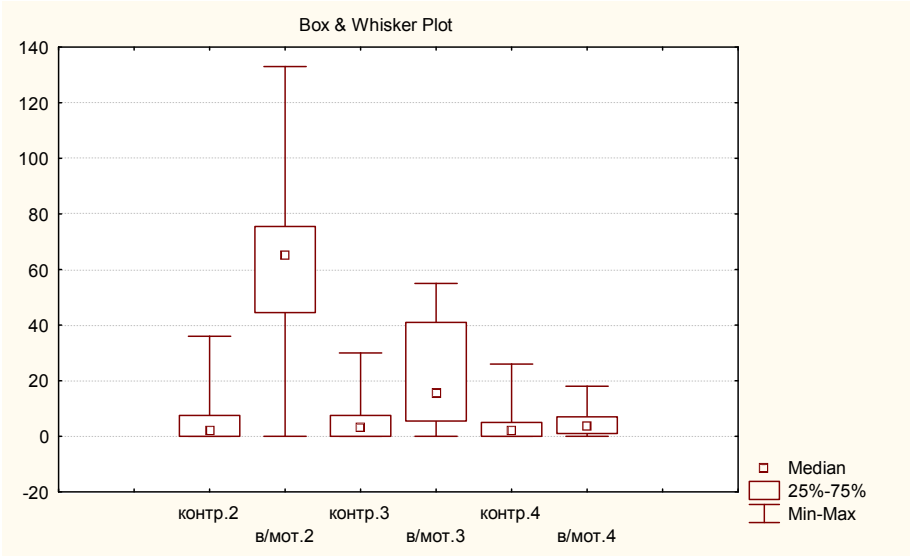


Рисунок 1 - **Продолжительность пищевого поиска (секунды) одиночных слепых пещерных рыб *Astyanax fasciatus* на разные концентрации экзометаболитов живых личинок хирономид и чистую воду (контроль) за 3 минуты стимуляции**
В/мот. 2, 3, 4 - экзометаболиты личинок хирономид в концентрации
0.01, 0.001 и 0.0001 г•ч/л соответственно

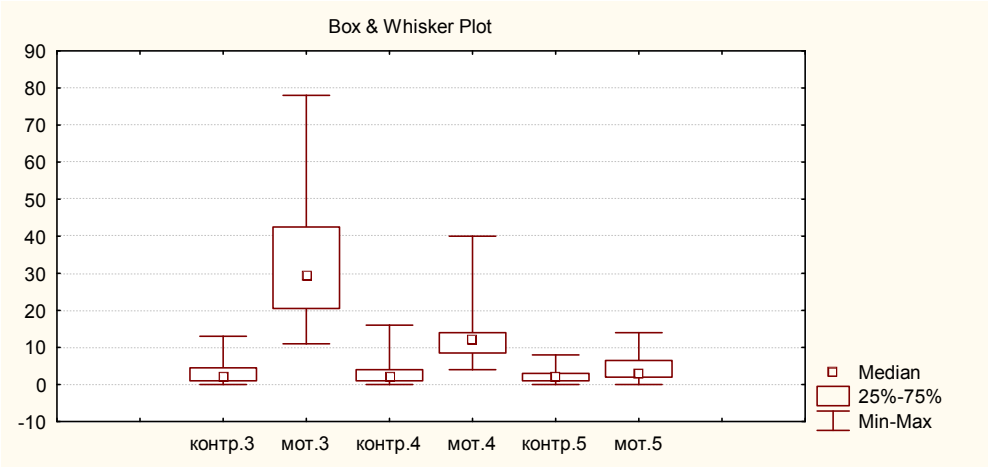


Рисунок 2 - **Продолжительность пищевого поиска (секунды) одиночных слепых пещерных рыб Astyanax fasciatus на разные концентрации экстракта личинок хирономид и чистую воду (контроль) за 3 минуты стимуляции (по Касумян, Марусов, 2015).**
Мот. 3, 4, 5 – экстракт личинок хирономид в концентрации 0.001, 0.0001 и 0.00001 г/л соответственно

Таким образом, не имеющие зрения рыбы при питании используют высокочувствительную обонятельную рецепцию, позволяющую дистантно обнаруживать кормовые объекты и активизировать их поиск. Близкая к пороговой концентрация экстракта корма для астианакса равна 10^{-5} г/л. Этот показатель ниже на 1 порядок, чем, например, установленная таким же методом пороговая концентрация для осетровых рыб (Acipenseridae) (Kasumyan, 1999). Чувствительность астианакса выше на 1–3 порядка, чем у многих карповых (Cyprinidae), лососевых (Salmonidae) и балиториевых (Balitoridae) рыб, но соизмерима с чувствительностью бентофага карпа *Cyprinus carpio* (Касумян и др., 2010). Чувствительность к пищевым запахам тесно связана с образом жизни рыб: наиболее низкие пороговые концентрации пищевых запахов характерны для рыбы-бентофагов, наиболее высокие – для пелагических планктофагов, пищевое поведение которых основано главным образом на зрительной рецепции.

В условиях жизни в природной среде обитания экстракты кормовых организмов могут стимулировать органы обоняния в основном только в момент поедания пищи, если жертвы разгрызаются или раздавливаются в ротовой полости. В случае проглатывания их рыбой целиком, без повреждения покровов, обонятельно активными раздражителями могут быть только водорастворимые экзометаболиты. Кроме того, кормовые пятна - скопления животных, при определенных условиях (достаточная масса, слабое течение воды и т.д.) формируют запаховый след, привлекающий кормящихся рыб, высокая обонятельная чувствительность которых обеспечит успешное отыскание пищи. Сравнительная оценка пороговой чувствительности рыб к запахам живого корма и экстрактам пищевых объектов показала, что для астианакса эта зависимость приблизительно составляет 10^{-3} г•ч/л экзометаболитов к 10^{-5} г/л экстракта (т.е. 100 г•ч/л к 1 г/л). Подобная связь действующих концентраций экзометаболитов и экстракта личинок хирономид наблюдалась у карпа (Kasumyan, Marusov, 2005) и молоди кумжи *Salmo trutta* (Марусов, 1997).

Обонятельной привлекательностью для рыб обладает не только запах личинок хирономид. Различные гидробионты (беспозвоночные животные и растения), являющиеся потенциальными объектами питания также способны стимулировать поисковое пищевое поведение у рыб, причем интенсивность ответов, вызываемых одинаковыми концентрациями водных экстрактов различных кормовых организмов, может различаться. Так, у плотвы *Rutilus rutilus* достоверность различий имела высокий уровень значимости ($p<0.001$) в следующих парах стимулов: экстракты личинок комаров и артемии, личинок и нитчатки, а также в парах дафния - артемия и дафния – нитчатка. Минимальные различия в реакциях ($p<0.05$) были выявлены между запахами личинок и дафний, циклопов и артемий, циклопов и нитчатки. Различия по интенсивности ответов отсутствовали ($p>0.05$) при сравнении экстрактов личинок комаров и циклопов, дафний и циклопов, артемии и нитчатки (Марусов, 2014). Слепые пещерные рыбы проявляли пищевые реакции, достоверно отличавшиеся от контроля, только

на экстракты личинок комаров и дафний. Экстракты других объектов, являющихся потенциальными кормовыми организмами, и вызывающие ответы у плотвы, для пещерных рыб оказались не эффективны. Однако все использованные пищевые стимулы при попарном сравнении достоверно отличались по интенсивности реакций кроме пары дафния – циклоп (Марусов, 2014).

Как показали наши опыты, характер пищевого поискового поведения не претерпевает существенных изменений при использовании экстрактов различных потенциальных кормовых организмов. Однако интенсивность ответов, которую оценивали по суммарному времени проявления реакции, менялась при изменении концентрации одного и того же пищевого экстракта. Время реагирования на запахи разных пищевых объектов при использовании одинаковых концентраций экстрактов также в большинстве случаев достоверно различалось. Это может свидетельствовать о вероятном различии в восприятии разных использованных в опытах запахов. Такие различия могут обеспечивать пищевой выбор и являться одним из механизмов избирательности питания у рыб, основанном на обонятельном восприятии кормовых объектов.

Работа поддержана РФФИ, грант № 16-04-00322

Литература

Касумян А.О., Марусов Е.А. 2002. Поведенческие ответы гольяна *Phoxinus phoxinus* (Cyprinidae) на химические сигналы в норме и после острой и хронической аносмии // Вопр. ихтиологии. Т. 42. № 5. С. 684–696.

Касумян А.О., Марусов Е.А. 2008. Дистантная хеморецепция у радужной форели *Oncorhynchus mykiss* в норме и после хронической аносмии // ДАН. Т. 423. № 5. С. 707–709.

Касумян А.О., Марусов Е.А. 2015. Хемоориентация в пищевом поведении у слепой пещерной рыбы *Astyanax fasciatus* (сем. Characidae, Teleostei) // Экология. № 6. С. 439–443.

Касумян А.О., Пономарев В.Ю. 1986. Исследование поведения данио-рерио *Brachidanio rerio* Hamilton-Buchanan (Cypriniformes, Cyprinidae) при действии естественных химических пищевых сигналов // Вопр. ихтиологии. Т. 26. Вып. 4. С. 665–673.

Касумян А.О., Девицина Г.В., Марусов Е.А., Червова Л.С. и др. 2010. Хемосенсорная регуляция пищевого поведения у рыб // Актуальные проблемы современной ихтиологии (к 100-летию Г.В. Никольского). М.: Т-во научных изданий КМК. С. 305–353.

Марусов Е.А. 1997. Особенности реагирования беломорской трески *Gadus morhua marisalbi* и молоди беломорской кумжи *Salmo trutta* на корм и пищевые химические стимулы // Вопр.ихтиологии. Т. 37. № 1. С. 138–142.

Марусов Е.А. 2014. Привлекательность запахов кормовых организмов для рыб // Поведение рыб. Материалы докладов V Всероссийской конференции, Борок. Костромской печатный дом. С. 149–153.

Павлов Д.С., Касумян А.О. 1990. Сенсорные основы пищевого поведения рыб // Вопр. ихтиологии. Т. 30. Вып. 5. С. 720–732.

Atema J. 1980. Chemical senses, chemical signals and feeding behaviour in fishes // Fish behaviour and its use in the capture and culture of fishes. Manila. P. 57–101.

Bardach J.E., Todd J.H., Crickmer R.K. 1967. Orientation by taste in fish of genus Ictalurus // Science. V. 155. P. 1276–1278.

Brawn V.M. 1969. Feeding behavior of cod (*Gadus morhua*) // J. Fish. Res. Board Can. V. 26. P. 583–596.

Kasumyan A.O. 1999. Olfaction and taste senses in sturgeon behaviour // J. Appl. Ichthyol. V. 15. P. 228–232.

Kasumyan A.O., Marusov E.A. 2005. Behavioral responses to alimentary chemical signals in the carp *Cyprinus carpio* in the norm and after acute and chronic anosmia // J. Ichthyol. V. 45. Suppl. 2. P. S315–S323.

Marusov E.A., Kasumyan A.O. 2010. Feeding behavior mediated by chemoreception in the bitterling *Rhodeus sericeus amarus* // J. Ichthyol. V. 50. № 11. P. 1036–1042.

Steven D.H. 1959. Studies on the schooling behavior of fish. 1. Responses of two species to changes of illumination and to olfactory stimuli // J. Exp. Biol. V. 36. P. 261–280.

ABSTRACT. The sensitivity of blind cave form of *Astyanax fasciatus* (Characidae) to water infusion (wash off) of live chironomid larvae is determined. The ratio of effective concentrations of this chemical stimulus and chironomid larvae extract determined early may be estimate as 100 gram • hour / L to 1 g/L. It seems the exometabolites are more ecological adequate food odour to fish.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СЕГОЛЕТОК И ДВУХЛЕТОК ГИБРИДНОГО КАРПА ПЕРВОГО (F_1) И ВТОРОГО (F_2) ПОКОЛЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СЕЛЕКЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

В.П. Масликов, З.И. Легкодимова, Г.В. Сильникова
Саратовское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Саратов, gosniorh@mail.ru

Одним из приоритетных направлений для развития товарного рыбоводства является создание системы селекционно-племенной деятельности с высокопродуктивными породами рыб, адаптированными к природно-климатическим условиям различных регионов России, для обеспечения рыбоводных хозяйств элитным рыбопосадочным материалом (Мамонтов, 2005)

Проблематика выведения новой породы карпа с последующим формированием высокопродуктивного маточного стада, адаптированного к климатическим условиям IV рыбоводной зоны Саратовской области на основе проведения селекционных мероприятий, достаточно насущна. Так как, в настоящее время в рыбоводных прудах нашего региона разводится низкопродуктивный карп так называемой «местной беспородной группы», полученный в результате скрещивания как внутри самой группы, так и в результате скрещивания с карпом неизвестного происхождения, завезённого из других регионов.

Проведённый анализ рыбопродуктивности нагульных прудов при выращивании товарного карпа в Саратовском регионе как по литературным источникам (Легкодимова и др., 1981; Легкодимова и др., 2008), так и многочисленным отчётам (фонды Саратовского отделения ФГБНУ ГосНИОРХ) показал большой размах колебаний этого показателя от 0,3 до 16 ц/га. Такой широкий спектр варьирования рыбопродуктивности нагульных прудов, со средними показателями от 4 до 6 ц/га, связан, прежде всего, с количеством и качеством применяемых кормов при выращивании товарного карпа. Но в немалой степени рыбоводные результаты связаны и с качеством рыбопосадочного материала, получаемого от выращивания потомства низкопродуктивного маточного поголовья карпа неизвестного происхождения.

При создании пород рыб и внедрения их в прудовые хозяйства разных климатических зон важным показателем продуктивности самок карпа является количество товарной рыбы по весу, которое получают от неё за один сезон. По этому показателю беспородные самки Саратовского региона значительно уступают породным и внутрипородным группам карпа. Их вклад в выход товарной продукции составляет от 14,4 до 26,6% выхода товарной массы рыбы получаемой на одну самку высокопродуктивных пород (Масликов и др., 2014).

При проведении селекционных мероприятий используют метод скрещивания. На первом этапе намечается путем комбинированного скрещивания

производителей карпа различного происхождения получить исходные гетерогенные группы для подбора наиболее продуктивных вариантов скрещивания.

На следующем этапе селекции группы гибридных карпов разводятся «в себе». За несколько поколений, путем применения целенаправленного отбора, предполагается укрепить в селекционируемой группе желаемые качества.

Применение метода гибридизации в рыбоводстве связано с двумя моментами. Во-первых, с непосредственным использованием полезных эффектов скрещивания различных проявлений гетерозиса у гибридов 1-го поколения (так называемое промышленное скрещивание) и, во-вторых, в качестве материала для дальнейшей селекции – с использованием плодовитых гибридов, у которых удачно сочетаются ценные признаки родительских форм.

По многочисленным литературным источникам помесные сеголетки карпов значительно опережают по темпу роста (Кирпичников, 1966; Горадзе, 1982;) и по выживаемости (Катасонов, 1982; Божик, 1986) молодь исходных родительских форм.

Для создания гетерогенной группы карпа, на опытных прудах экспериментальной базы Саратовского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ», начиная с 2008 года проводилась работа по определению комбинационной способности двух линий – «Фресинет» рамчатый и московский чешуйчатый в их скрещивании с местной беспородной группой карпа.

Первоначальное скрещивание производителей разного происхождения было проведено по схеме: самки местная группа карпа (♀Ме) х самцы московский чешуйчатый (♂М); самки местная группа карпа х самцы «Фресинет» рамчатый (♂Ф); самки московский чешуйчатый (♀М) х самцы «Фресинет» рамчатый.

В дальнейшем провели реципрокное (обратное) скрещивание, т.е.: самки московский чешуйчатый х самцы местная группа карпа; самки «Фресинет» рамчатый х самцы местная группа карпа; самки «Фресинет» рамчатый х самцы московский чешуйчатый. В качестве контрольных групп – внутригрупповое скрещивание (местный х местный; московский х московский; «Фресинет» х «Фресинет»).

Массовый отбор среди годовиков карпа осуществлялся по следующим критериям:

- отбирались особи внешне здоровые, наименее исхудавшие по параметрам средней массы в группе (отставшие в росте и «рекордисты» отбраковывались);
- количество особей по типу чешуйчатого покрова при отборе в каждой варианте скрещивания сохраняло те же процентные пропорции, что и в исходной группе.

По итогам выращивания маточного поголовья различных групп карпа и проведения нерестовой компании с последующей оценкой производителей при выращивании внутригруппового потомства была произведена ревизия этих групп. Для дальнейших селекционных мероприятий при выведении новой породы карпа был выбран гибрид (♀Ме х ♂М), который является сплошным по чешуйчатому покрову и в нём удачно сочетается, как адаптированность прошедшего несколько

поколений отбора производителей карпа местной группы, так и высокопродуктивность производителей карпа московской линии.

Массовый отбор, как отмечалось выше, проводился среди годовиков карпа как первого (F_1), так и второго (F_2) поколений, с напряженностью определяемой по следующей формуле (Кирпичников, 1966):

$$v = \frac{n \cdot 100}{N}\%,$$

где N и n – число рыб до и после отбора.

Интенсивность отбора среди годовиков, как первого, так и второго поколений проводилась с жёсткостью от 0,8 (F_1) до 1% (F_2). Учитывая различные условия выращивания сеголеток и двухлеток гибридного карпа двух поколений, в том числе по качеству и количеству вносимого корма, сравнительный анализ проводили не по размерно-весовым характеристикам, а по экстерьерным показателям (индекс прогонистости (l/H), индекс высокоспинности (H/l x 100%) и индекс толщины тела (B/l x 100%)).

Одним из главных условий при проведении селекционных мероприятий по выращиванию гибридного карпа двух поколений было создание одинаковых параметров по площадям прудов, плотностям посадки и рационам кормления. Если с первыми двумя параметрами не возникло никаких проблем, то с кормами данное условие при выращивании двухлеток F_1 и F_2 не было обеспечено. Так, если при кормлении двухлеток первого поколения применяли продукционный комбикорм К-111 с содержанием сырого протеина 23,05%, то при выращивании второго поколения применяли зерно злаковых культур. Что необходимо учитывать при анализе экстерьерных показателей, представленных на рисунках 1 и 2.

При сравнении экстерьерных показателей сеголеток гибрида карпа первого и второго поколений видно (рисунок 1), что такие параметры, как индекс высокоспинности и индекс толщины тела у F_2 превышают эти же значения у F_1. точно так же по экстерьеру сеголетки карпа менее прогонистые чем молодь F_1. Такие результаты с нашей точки зрения вызваны жёсткостью отбора среди годовиков первого поколенния, а так же не в последнюю очередь равными условиями выращивания сеголеток двух поколений. Относительно двухлеток гибрида карпа это равенство условий выращивания двух поколений было нарушено по качеству задаваемого корма. В связи с чем, не смотря на дополнительный жёсткий отбор среди годовиков гибрида карпа F_2, экстерьерные показатели у двухлеток этого поколения были ниже, чем у поколения F_1. То есть, наметившийся наследственный потенциал был полностью подавлен худшими условиями выращивания.

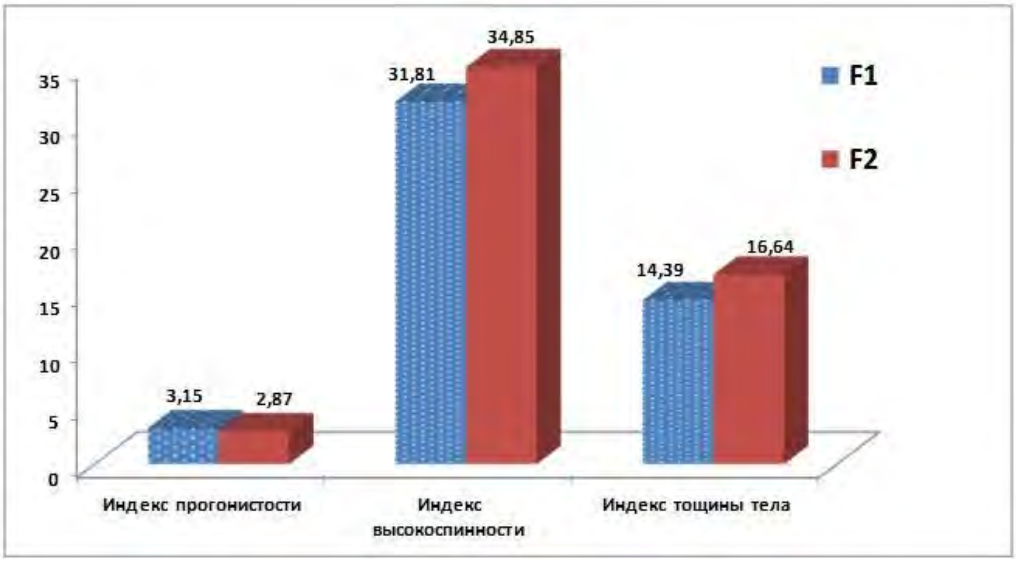


Рисунок 1 - **Экстерьерные показатели сеголеток гибрида карпа первого (F_1) и второго (F_2) поколений**

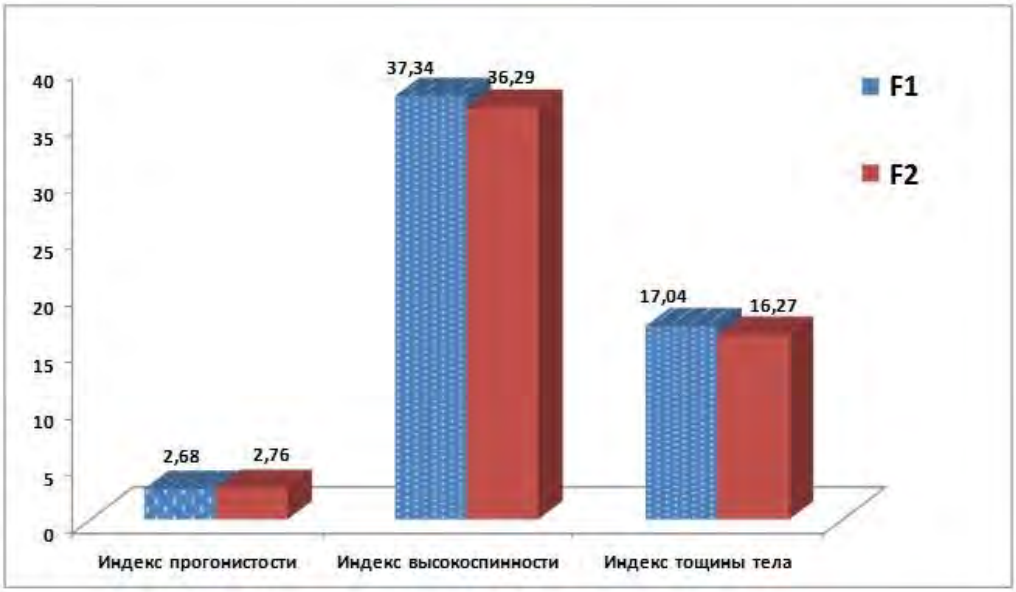


Рисунок 2 - **Экстерьерные показатели двухлеток гибрида карпа первого (F_1) и второго (F_2) поколений**

Проведённый дополнительный расчёт на варьирование анализируемых показателей выявил в незначительной степени более низкие значения коэффициента вариации второго поколения как среди сеголеток, так и двухлеток карпа (таблица 1). Такое положение наметившейся тенденции снижения разброса анализируемых показателей по отношению к их средним величинам можно объяснить действием стабилизирующегося отбора у второго поколения гибрида карпа.

Таблица 1 - **Коэффициент вариации анализируемых экстерьерных показателей у сеголеток и двухлеток карпа первого (F_1) и второго (F_2) поколений**

Экстерьерный показатель	Коэффициент вариации, %			
	сеголетки		двухлетки	
	F_1	F_2	F_1	F_2
индекс прогонистости	3,90	3,18	4,53	3,66
индекс высокоспинности	4,10	3,73	4,42	3,58
индекс толщины тела	6,67	5,53	4,06	3,37

Одной из главных задач по селекции карпа является выведение пород, обладающих повышенной стойкостью к неблагоприятным воздействиям среды и к болезням (Кирпичников, 1966). С этой точки зрения показатели выживаемости и связанный с этим процент исхудания в зимний период являются критерием стойкости к неблагоприятным условиям содержания в зимовальных прудах. По этим параметрам у годовиков второго поколения прослеживались лучшие показатели как по выживаемости (86,2%), так и по степени исхудания (8,2%) по сравнению с молодью первого поколения (81,6% и 10,6% соответственно).

Литература

Божик М.И. Формирование улучшенных племенных стад карпа нивчанских внутрипородных типов. В кн.: Интенсификация товарного рыбоводства Молдавии. Тез. докл. Респ.науч-техн.конф. 7-8 августа 1986 г. г. Кишинёв, Кишинёв, 1986. С. 121-122.

Горадзе Р.Х. Селекция карпа в Грузии. Сб. науч. Тр. ВНИИПРХ. Генетика и селекция прудовых рыб, вып. 33, М., 1982. С. 43-54.

Катасонов В.Я., Стояновский И.И., Уваров К.В. Формирование и использование племенного стада в рыбопитомнике «Осенка». Сб. науч. Тр. ВНИИПРХ. Генетика и селекция прудовых рыб, вып. 33, М., 1982. С. 55-63.

Кирпичников В.С. Первые итоги и задачи работ по организации племенного дела на Северо-Западе РСФСР. В кн.: Селекция карпа и вопросы интенсификации прудового рыбоводства. Изв. ГосНИОРХ, т.61, 1966. С. 143-153.

Кирпичников В.С. Цели и методы селекции карпа. В кн.: Селекция карпа и вопросы интенсификации прудового рыбоводства. Изв. ГосНИОРХ, т.61, 1966 г. С. 7-27.

Легкодимова З.И., Захаров Н.И., Сильникова Г.В., Мещерякова В.И. Пути повышения продуктивности прудов колхозов и совхозов Саратовской области. Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Рыбное хозяйство на водоёмах Нижнего Поволжья, вып. 168, 1981 г. С. 82- 90.

Легкодимова З.И., Сильникова Г.В., Макаров С.Н., Масликов В.П., Хандожко Г.А. Современное состояние и перспективы развития рыбоводства в Саратовской области. Сб. статей. Современное состояние и перспективы развития аквакультуры в России. М., Росрыбхоз, 2008 г. С. 120-126.

Мамонтов Ю.П. Об ускоренном развитии рыбоводства и рыболовства во внутренних водоемах России на период до 2010 года. Рыбное хозяйство. № 6, 2005. С. 26-31.

Масликов В.П., Легкодимова З.И., Сильникова Г.В. К вопросу о необходимости проведения селекционных мероприятий по формированию ремонтно-маточных стад карпа, адаптированных к климатическим условиям IV рыбоводной зоны Саратовской области. Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы. Сборник статей VII Всеросс. науч.-практич. конф. Саратов: из-во «Саратовский ГАУ» 2013, С. 182-184.

ABSTRACT. During the selection of measures with the hybrid carp as a result of selection among yearlings F1 with hardness 0.8 % revealed that the exterior performance of the second generation of fingerlings favorably with those of the same indicators in the first generation. At two-year hybrid carp exterior of the second generation rates were lower than the generation F1. As explained by the worst conditions for cultivation of two-year- F2 for quality given by feed , with additional hard selection among yearlings up to 1%.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ ВОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ РЫБЫ И НЕРЫБНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫСЛА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ПОТРЕБИТЕЛЯ

Г.В. Маслова, Г.А. Одоева, Н.А. Щедрина, В.В. Карцев, Н.В. Одегова, А.Я. Миронова, С.Н. Красикова, В.С. Сибирцев, Г.С. Баймаганбетова

Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт по развитию и эксплуатации флота, Санкт-Петербург,. grf@grf.spb.ru

Актуальность. Определение уровня микробной контаминации биологического сырья водного происхождения и пищевых продуктов из рыбы и нерыбных объектов промысла, относящихся к категории скоропортящихся, является приоритетным направлением при оценке безопасности данного вида продовольственного сырья и продуктов питания, вырабатываемых на их основе, для здоровья человека.

Цель исследования: изучение характера и уровня микробиальной обсемененности некоторых наиболее востребованных потребителями видов пищевой продукции из водных биоресурсов для оценки возникновения возможных потенциальных рисков при её употреблении; разработка современных методов видовой идентификации рыб и нерыбных объектов промысла и ускоренных методов выявления потенциально опасных для человека микроорганизмов в биологическом сырье водного происхождения и пищевой продукции на основе гидробионтов.

Загрязнение окружающей среды различными вредными веществами приводит к попаданию их в пищевые цепи, в том числе и те, конечным потребителем которых является человек. Характер загрязнения биологического сырья водного происхождения определяется экологическим состоянием Мирового океана и внутренних водоемов, куда ежегодно сбрасывается более 180 км^3 сточных вод, содержащих свыше 30 тыс. опасных ксенобиотиков химического и биологического происхождения. При этом значительное количество видов рыб и нерыбных объектов промысла способно накапливать тяжелые металлы, органические токсиканты и другие вредные для здоровья человека вещества. Важнейшим фактором биологической порчи гидробионтов является контаминация их различными видами микроорганизмов.

Обобщенные статистические данные по США, Великобритании и РФ свидетельствуют, что рыбо- и морепродукты занимали третье место в списке причин вспышек пищевых отравлений. Пищевые отравления, вызываемые рыбо- и морепродуктами, могут иметь различную этиологию, в том числе они могут быть

обусловлены присутствующими в воде токсинами, биогенными аминами, бактериями, вирусами и паразитами.

В связи с этим в последние годы значительное внимание уделяется исследованию потенциальных рисков для здоровья человека, связанных с употреблением различных видов пищевой продукции на основе водных биоресурсов. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека отмечает в течение последних лет увеличение случаев оборота недоброкачественной пищевой продукции, в том числе рыбы и рыбопродуктов. Одной из актуальных задач является комплексная оценка групп микроорганизмов, характеризующих стабильность указанных пищевых продуктов без признаков порчи на всех этапах продвижения к потребителю.

Хотя основные возбудители порчи представлены в перечне оценочных показателей СанПиН 2.3.2.1078-01, многие исследователи считают целесообразным проводить оценку по показателю КМАФАнМ, КОЕ в 1 г/мл, особенно для продуктов, хранящихся при температуре (20±5) ^{o}C, по показателю «термофильные бактерии». Для рыбы и нерыбных объектов промысла актуально определение многих показателей, в том числе отдельных представителей патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Интенсивное загрязнение водной среды приводит к росту численности патогенных микроорганизмов, что в первую очередь касается закрытых водоёмов и мест культивирования объектов аквакультуры.

Бактерии р.р. Aeromonas, Pseudomonas и др., являясь естественными обитателями водоемов, при неблагоприятных условиях могут вызывать инфекционные заболевания у рыб и быть потенциально опасными для людей. Так, аэромонадная инфекция является весьма значимой для рыбоводства и занимает одно из первых мест среди бактериальных болезней рыб.

Бактерии внешней среды, в частности, мезофильные Clostridium botulinum (типа А и В) и Listeria monocytogenes, а также Vibrio parohaemolyticus легко инфицируют рыбу, ракообразных и моллюсков. L.monocytogenes широко распространены в рыбопродуктах, особенно в рыбе холодного копчения, рыбных пресервах и других слабообработанных рыбных продуктах.

При холодильном хранении пищевых продуктов и продовольственного сырья возможно воздействие и микробиологических факторов возникновения признаков порчи вследствие накопления и размножения целого ряда микроорганизмов – иерсиний, кампилобактерий, листерий и др.. Это связано с тем, что по сравнению с мясом рыба отличается сравнительно малым количеством соединительнотканных прослоек, большим значительным содержанием диффузно расположенного жира и связанной воды. При этом микроорганизмы способны развиваться в мышечной ткани рыб при более низких температурах.

Институтом «Гипроыбфлот» выполнен комплекс исследований в части изучения уровня контаминации биологического сырья водного происхождения

различными видами потенциально опасных для человека микроорганизмов, а также определения характера микрофлоры пищевых продуктов на основе гидробионтов.

При этом значительное внимание уделяется вопросам разработки методов выявления конкретных видов микроорганизмов в сырье и пищевых продуктах из рыбы и нерыбных объектов промысла.

Ввиду того, что рыба и морепродукты относятся категории скоропортящихся видов продовольственного сырья, оценка уровня их микробиального загрязнения приобретает особое значение.

Как правило, в практике используют методы выявления, подсчёта и идентификации микроорганизмов, основанные на их культивировании и выделении на плотных питательных средах на основе агар-агара и позволяющие стандартизировать процедуры исследований, обеспечивая высокую воспроизводимость результатов.

Продолжительность исследования проб при применении таких методов достаточно велика (от нескольких дней до нескольких недель). Анализ проводится в специализированных лабораторных условиях. Кроме того, необходимым условием выполнения анализа является стандартизация процедур приготовления питательных сред и навыков персонала, непосредственно проводящего исследование образцов продукта.

Микробиологическая практика нуждается в разработке и внедрении новых подходов и методов исследования, направленных на выявление, идентификацию и подсчёт микроорганизмов в продуктах питания и окружающей среде.

Одним из важнейших требований к новым методам испытаний является сокращение затрат времени на производимые лабораторные исследования. Экспресс-методы обнаружения и идентификации тех или иных потенциально опасных для потребителя микроорганизмов в продовольственном сырье и продуктах питания позволяют уменьшить время исследований либо автоматизировать труд исследователя с помощью аппаратурных комплексов, тем самым снижая роль «субъективного фактора» в проведении анализа.

Большинство ускоренных методов, как правило, требует достаточно продолжительного предварительного обогатительного культивирования проб (в том числе на различных селективных средах) либо улучшает и дополняет традиционные культуральные методы микробиологического анализа. Многие экспресс-методы требуют использования достаточно дорогого и сложного в эксплуатации оборудования, а также соответствующих реактивов.

Гипрорыбфлотом разработаны методы определения в различных видах продовольственного сырья водного происхождения и пищевых продуктах на основе гидробионтов таких потенциально опасных микроорганизмов, как парагемолитические вибрионы - возбудители пищевых токсиноинфекций, аэромонады, клостридии. Апробирована применительно к рыбе и пищевым продуктам на основе гидробионтов ускоренная методика выявления протея, клебсиеллы и некоторых других показателей свежего фекального загрязнения, что

немаловажно при оценке общего уровня санитарной культуры производства. Это в первую очередь касается небольших производств, ориентированных на выпуск рыбной кулинарии и блюд нетрадиционного состава. В связи с появлением в последние годы новых рецептур рыбных продуктов с использованием овощных компонентов и других ингредиентов, в том числе не подвергающихся по ходу технологического процесса стерилизации, встал вопрос исследования уровня контаминации сырья, пищевых компонентов и пищевой продукции на наличие возбудителя псевдотуберкулёза.

Разработана «Методика определения микроорганизмов-возбудителей псевдотуберкулёза в рыбе и рыбной продукции», в ходе подготовки которой выполнены бактериологические исследования отдельных видов водных биоресурсов и пищевой продукции из гидробионтов на наличие упомянутого микроорганизма с целью оценки частоты встречаемости Yersinia pseudotuberculosis в данном виде продовольственного сырья и пищевых продуктах, вырабатываемых на его основе. Ранее в доступной литературе отсутствовали сведения о роли этих микроорганизмов в контаминации рыбы и нерыбных объектов промысла. В Методику включена пропись новой питательной среды.

Весьма своевременной ввиду постоянного расширения ассортимента нестерилизуемой рыбной продукции стала разработка Методических рекомендаций «Методы санитарно-микробиологического определения Clostridium perfringens в нестерилизуемой рыбной продукции». Предложен экспресс-метод, позволяющий получить результат анализа через 8-12 часов вместо 72-96 часов по обычной схеме выделения и идентификации данного микроорганизма.

Роль бактерий рода Aeromonas при порче рыбных изделий, а также значимость их как этиоагента (при значительном обсеменении – более $1x10^6$ в 1 г продукта) при возникновении пищевых токсикоинфекций диктуют необходимость определения уровня контаминации этими неферментирующими грамотрицательными бактериями рыбы и рыбной продукции при проведении углубленного производственного контроля, а также при выработке продуктов, идущих на экспорт.

В последние годы институтом проводилась работа по оценке принципиальной возможности ускоренного определения общей микробной контаминации продовольственного сырья водного происхождения и пищевой продукции из рыбы и нерыбных объектов промысла с использованием флуорофоров, специфичных к внутриклеточной ДНК.

В ходе проведения исследований в ряде случаев имело место некоторое превышение уровня общего микробиального загрязнения при использовании предлагаемого метода по сравнению с традиционным методом определения показателя КМАФАнМ. Это объясняется тем, что в определяемую с его помощью степень общего биозагрязнения образца входят и потенциально опасные для человека споры, а также сублетально повреждённые и иные клетки, не образующие по тем или иным причинам отдельно идентифицируемые колонии на стандартном

рыбо-пептонном агаре при 30 °С за промежуток времени, нормируемый классическим культуральным методом анализа КМАФАнМ; вирусы и свободные плазмиды; фрагменты ДНК инактивированных клеток и т.п.

Разработаны проект методики экспресс-оценки общей микробной контаминации воды, воздуха рабочих помещений, поверхностей стен и оборудования, а также различных видов пищевой продукции с использованием флуорофоров, специфичных к внутриклеточной ДНК, и обоснованные рекомендации по применению вышеупомянутой экспресс-методики для оценки качества различных видов сырья и продуктов из рыбы и морепродуктов.

К преимуществам данного метода исследований относятся малая продолжительность проведения анализа (около 20 минут), а также возможность его осуществления непосредственно в месте отбора проб, например, с помощью переносного флуориметра типа «Qubit 2,0» весом 340 г или аналогичного оборудования, выпускаемого различными производителями.

Весьма значимой для обеспечения микробиологической безопасности пищевой продукции из рыбы и нерыбных объектов промысла для здоровья потребителя является работа по установлению количественной характеристики уровня обсеменённости микроорганизмами рода Acinetobacter сырья водного происхождения. Проведены микробиологические исследования около 200 образцов рыбной продукции восьми наименований с целью отработки методики выявления Acinetobacter и постановки дополнительных тестов на неферментирующие Грам(-) микроорганизмы. Результаты исследований положены в основу «Методики определения микроорганизмов рода Acinetobacter в водных биологических ресурсах и продукции из них».

Применение методики позволит получить новую информацию о распространённости микроорганизмов рода Acinetobacter в рыбе и других объектах промысла и оценить их возможную роль при возникновении острых кишечных инфекций неустановленной этиологии.

Одной из наиболее значимых разработок последних лет стала «Методика выявления энтерогеморрагических кишечных палочек в биологическом сырье водного происхождения и пищевой рыбной продукции».

Необходимость разработки методики продиктована актуальностью проблемы возможного возникновения вспышек эшерихиозов среди различных возрастных групп населения как инфекционного заболевания с пищевым путём передачи и отсутствием данных об этиологической роли водных биоресурсов и пищевых продуктов на их основе в этих вспышках.

Разработаны схемы исследования проб биологического сырья водного происхождения на наличие данного возбудителя, прописи питательных сред для их выделения. и идентификации. Выполнен анализ проб рыбы свежей, мороженой, охлаждённой, варёно-мороженых рыбных изделий и морепродуктов. Разработан Перечень профилактических мероприятий по предотвращению контаминации пищевой рыбной продукции энтерогеморрагическими палочками.

Интересными для предприятий и организаций отрасли являются такие документы методического характера, как «Методы отбора и подготовки проб к анализу продуктов из водных биологических ресурсов по микробиологическим показателям безопасности» и «Методы проведения исследований микробиологических показателей безопасности продуктов из водных биоресурсов».

Большое значение для отрасли имеет разработка методики видовой идентификации рыб и нерыбных объектов промысла.

Роль идентификации видов рыбы и рыбопродукции все более возрастает в связи с увеличением объёма международной торговли и правилами маркировки, введенными во многих странах мира. Морфологические характеристики в целом достаточны для идентификации свежей и необработанной рыбы, Однако, в обработанном виде рыба и рыбопродукция утрачивает характерные морфологические черты, необходимые для идентификации вида. Тем не менее, закон требует, чтобы продукт маркировался официальным названием (например, закон Бельгии от 22.05.1996 г.). Это своевременно не только в целях защиты потребителя от фальсификации, но и в целях защиты редких видов. Разработка методик для достоверной идентификации необходима и для контроля за рыбными квотами, и мониторинга моратория.

Идентификация может быть проведена на основе анализа белка или анализа ДНК. Видовая идентификация, основанная на анализе белка, является наиболее пригодным и часто используемым методом. Широкое распространение для видовой идентификации рыбы и морепродуктов приобрел метод электрофореза в различных средах. Ассоциацией аккредитованных химиков-аналитиков (AOAC) введен ряд стандартов, имеющих международный статус и основанных на применении электрофоретических методов для видовой идентификации. Используются зональный электрофорез в крахмальном геле, электрофорез в полосках ацетат-целлюлозы, диск-электрофорез в полиакриламидном геле, изоэлектрофокусирование в тонком слое полиакриламидного геля в градиенте pH.

Наиболее точной, быстрой, воспроизводимой и надежной методикой для получения видоспецифических профилей белка является изоэлектрофокусирование водорастворимых саркоплазматических белков светлой скелетной ткани рыб в тонком слое полиакриламидного геля.

В последние годы исследователями разных стран были проанализированы несколько сотен видов рыб из акваторий всего мира. Научно-исследовательским институтом моря «IFREMER» (Франция) издан атлас, который содержит не только рисунки и биологическое описание более 80 видов рыб, но и картину расположения белковых полос при изоэлектрофокусировании. Однако изоэлектрофокусирование может проводиться во множестве вариантов: размеры геля, химический состав амфолитов, природа гелеобразующей среды (агароза или полиакриламид), способ нанесения образца, процедура окрашивания. Все эти параметры могут влиять на картину расположения полос белка. Близкородственные виды могут давать очень похожие электрофореграммы. Поэтому рекомендуется использовать стандартные

референс-образцы подлинного материала. Референс-образцы должны состоять из целой рыбы, лучше из нескольких экземпляров рыбы, которые морфологически идентифицированы экспертом. Этот сертифицированный материал может быть разрезан на филе или кусочки и храниться в плотно упакованном виде при t (-20 ^{o}C) по меньшей мере год без значимых потерь белковых полос на электрофореграмме. Оттаивание референс-образцов при рассылке недопустимо. Возможно использование референс-образцов.

Однако экстракты сухих референс-образцов иногда требуют дополнительного концентрирования или более чувствительного метода окрашивания.

В настоящее время различные страны используют различные наименования для одних и тех же видов. Поэтому при экспертной сертификации референс-материала необходимо использовать научное название вида.

Изоэлектрофокусирование в тонком слое полиакриламидного геля является равновесной методикой, дает воспроизводимые результаты и пригодно для стандартизации. Межлабораторные исследования сырого рыбного филе показали, что картина расположения белковых полос на изоэлектрофореграммах подлинных видов (аутентичных) могут быть использованы для идентификации неизвестных или сомнительных образцов и создания баз данных.

Электрофоретические методики для проведения идентификации в настоящее время могут быть обеспечены существующим специальным оборудованием, готовыми средствами и системой видеодокументирования с последующей компьютерной обработкой полученных результатов. Программное обеспечение позволяет не только сравнить образцы продукции по распределению полос белка, но и производить количественные измерения сравниваемых белков, рассчитывать их молекулярные веса и изоэлектрические точки. С 2003 года институтом Гипрорыбфлот ведется большая работа в этом направлении. Разработано два ГОСТа на проведение видовой идентификации: «Видовая идентификация рыбы и нерыбных объектов промысла методом изоэлектрофокусирования в полиакриламидном геле» и «Видовая идентификация рыбы и нерыбных объектов промысла с помощью электрофореза в полиакриламидном геле с додецилсульфатом натрия (SDS – PAGE)».

Исследовано около 100 видов рыб и беспозвоночных из разных бассейнов России. С учётом расширения ассортимента рыбной продукции, помимо промысловых, исследуются и менее используемые, так называемые, перспективные виды рыб и беспозвоночные.

Все документы методического характера могут быть использованы в практической деятельности лабораторий, осуществляющих производственный контроль на предприятиях пищевой промышленности в целях обеспечения выпуска продукции, отвечающей современным требованиям в части показателей качества и безопасности для здоровья потребителя.

ОСОБЕННОСТИ ТОВАРНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В УСЛОВИЯХ ОЗЕРА СВЯТОЗЕРО (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

С.В. Матросова[1], М.Э. Хуобонен[1], М.С.Бомбина[2], Н.В. Ильмаст[2]

[1]*Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, matrosovasv@yandex.ru*

[2]*Институт биологии Карельского научного Центра РАН, Петрозаводск, ilmast@karelia.ru*

Сокращение запасов и резкое падение промысла ценных видов рыб, привели к интенсификации работ, направленных на разработку биотехники культивирования различных водных организмов (Мухачев, 2005; Китаев и др., 2006; Рыжков, 2008). Развитие рыбоводства в Республике Карелия идет по пути индустриального выращивания рыбы в садках, прудах, бассейнах. Объектом товарного рыбоводства главным образом является радужная форель (Рыжков, Кучко, 2008; Китаев и др., 2005; Стерлигова и др., 2012 и др.). Объемы выращивания форели в республике к 2014 г. превысили 20000 т (около 70% всей товарной форели, выращенной в РФ). Развитию этого направления способствует обилие на территории Карелии разнотипных по продуктивности внутренних водоемов, рентабельность этого производства и поддержка, оказываемая правительством республики.

Радужная форель (*Parasalmo mykiss*), как объект выращивания, характеризуется пластичностью, быстрым ростом, высокой степенью конверсии корма, относительно коротким для лососевых периодом инкубации икры, а также возможностью проведения нереста практически в любое время года при помощи создания оптимального температурного режима для производителей (Несветов, 1994; Воробьева и др., 2004; Призенко, 2006). Эти качества позволили ей стать основным объектом аквакультуры в странах Европы (Mäkinen, 1995; Grönroos и др., 2006).

Целью работы было оценить эффективность выращивания радужной форели, поступившей в форелевое хозяйство на озере Святозеро в разные сезоны года.

Озеро Святозеро расположено в средней части водосбора реки Шуи (басс. Онежского озера). По количественным показателям развития планктона и бентоса водоем относится к β-мезотрофному типу (Китаев, 2007; Ильмаст и др., 2008; Озера Карелии, 2013). В озере расположено форелевое садковое хозяйство мощностью 150 тонн рыбы в год.

Были исследованы 2 группы рыб, завезенных в разные сезоны года. Годовики форели в обеих группах содержались в 10 садках. Обе исследуемые группы рыб кормили кормами RehuRaisio Standart (Финляндия).

1-я группа рыб – это годовики, завезенные в хозяйство весной 2013 года в количестве 47550 штук. 2-я группа – годовики, закупленные осенью 2013 года,

перезимовавшие в условиях хозяйства и в мае 2014 г. рассаженные по садкам для дальнейшего выращивания, их количество составляло 40823 штук. Весь посадочный материал закупался в Финляндии и доставлялся в хозяйство на живорыбной машине.

Обе группы рыб на начало выращивания (1 июня) имели практически одинаковую живую массу – 120-131 г. Как известно, весной при постепенном повышении температуры воды у форели резко повышается интенсивность питания, и, следовательно, увеличивается скорость роста. В начале лета температура воды в условиях Карелии часто достигает оптимальных значений, что благоприятно сказывается на величине прироста. Так, за июнь годовики в 1-й группе увеличили свою массу почти в 2 раза, а во 2-й группе почти в 3 раза. Также следует отметить, что форель, перезимовавшая в хозяйстве, увеличила свою живую массу до 307 г, что на 101 г больше, чем у только что завезенной рыбы ($P<0,001$). Возможно это объясняется тем, что форель 2-й группы не испытывала стресс от транспортировки и пересадки в новые условия. В дальнейшем, при летнем выращивании интенсивность роста незначительно снижалась, что объясняется повышением температуры воды в озере. Однако преимущество по живой массе у годовиков 2-й группы сохраняется и в этот период, несмотря на то, что в августе в течение 30 дней рыба не кормилась из-за того, что температура воды превышала оптимальные значения, и отмечался дефицит кислорода. Таким образом, прирост в этой группе в августе месяце составил всего 12 г. В конце лета температура воды начинает снижаться и в водоеме создаются благоприятные условия для роста. В обеих группах живая масса годовиков значительно увеличивается и составляет к ноябрю 798 г и 960 г соответственно ($P<0,001$). Данные цифры свидетельствуют о том, что в рыбоводном хозяйстве максимально стараются создать благоприятные условия для выращивания форели, несмотря на то, что температурный и кислородный режим озера Святозеро не всегда оптимальный. По данным Рыжкова и др. (2011) живая масса годовиков в конце вегетационного периода должна составлять 800-1200 г.

При анализе эффективности выращивания годовиков радужной форели завезенных в хозяйство в разные сезоны года необходимо также учитывать жизнеспособность рыбы. О жизнеспособности рыбы судят по величине отхода. Следует отметить, что общее количество отхода в обеих группах не превышала нормативных значений (Рыжков, Кучко, 2008; Рыжков и др., 2011), но в группе форели, перезимовавшей в хозяйстве, количество погибшей рыбы было больше – 3,82%, чем у рыбы поступившей весной – 1,66% ($P<0,001$). Это, вероятно, объясняется тем, что в первой половине лета погибала рыба, ослабленная в зимний период, а осенью большее количество отхода было обусловлено достаточно продолжительным неблагоприятным температурным и кислородным режимом в водоеме, который отмечался в августе. Известно, что радужная форель относится к холодноводным рыбам, и повышение температуры свыше 18 ºС вызывает у нее стресс, и последствия этого стресса могут проявляться не сразу, а через несколько недель. В данном случае мы видим увеличение количества отхода в октябре, хотя

в это время температура воды и содержание кислорода в озере не превышала пороговых значений. В конце периода выращивания, в ноябре, вообще не было отмечено случаев гибели рыбы. Также были учтены общие затраты корма на выращивание годовиков форели (табл. 1). Они составили 32000 кг в 1-й группе и 30600 кг во 2-й группе.

Таблица 1 - **Некоторые производственные показатели форелевого хозяйства**

Производственные показатели	**1 группа (2013 г)**	**2 группа (2014 г)**
Учетное количество рыбы в начале сезона выращивания, шт.	47550	40823
Учетное количество рыбы в конце сезона выращивания, тыс. шт.	46760	39265
Общая масса рыбы в начале выращивания, кг	5706	5307
Общая масса рыбы к концу выращивания, кг	37354	37695
Отход за сезон выращивания, шт.	790	1558
Отход за сезон выращивания, %	1,66	3,82
Общий прирост за сезон выращивания, кг	31648	32387
Общий расход корма, кг	32000,0	30600,0
Кормовой коэффициент	1,01	0,944

Исходя из этого, зная общий прирост биомассы за вегетационный период и количество израсходованных кормов, можно рассчитать величину кормового коэффициента. В 1-й группе величина кормового коэффициента была выше – 1,01, чем во 2-й группе – 0,94. Это свидетельствует о том, что годовики форели, находившиеся в условиях данного хозяйства продолжительное время, более эффективно использовали корма.

Таким образом, закупка посадочного материала, в данном случае годовиков радужной форели, осенью и зимовка его в условиях садкового хозяйства, позволяет получить более адаптированную к дальнейшему выращиванию рыбу. В результате, предприятие получает большее количество продукции, при меньших затратах корма, но также и более высокий процент отхода. Снижение жизнеспособности молоди может быть вызвано и другими причинами, такими как, некачественный посадочный материал, условия и продолжительность транспортировки, сортировки и другими технологическими процессами. В условиях каждого конкретного хозяйства необходимо учитывать все факторы и планировать завоз молоди в оптимальные сроки для обеспечения получения достаточного количества товарной продукции.

Литература

Воробьева Н.К., Пестрикова Л.И., Лазарева М.А. Особенности культивирования форели на Белом и Баренцевом морях // Рыбное хозяйство 2004. №3. С. 40–42.

Ильмаст Н.В., Китаев С.П., Кучко Я.А., Павловский С.А. Гидроэкология разнотипных озер южной Карелии. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2008. 92 с.

Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2007. 395 с.

Китаев С.П., Ильмаст Н.В., Михайленко В.Г. Кумжи, радужная форель, гольцы и перспективы их использования в озерах Северо-запада России. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2005. 107 с.

Китаев С.П., Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П. Методы оценки биогенной нагрузки от форелевых ферм на водные экосистемы. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2006. 39 с.

Несветов В.А. Развитие аквакультуры на Северо – Западе России // Сб. док науч. конференции «Развитие прибрежного промысла и аквакультуры в Баренцевом море» Мурманск. ПИНРО. 1994. С. 121-124.

Мухачев И.С. Биологические основы рыбоводства. Тюмень: Тюменский госуниверситет. 2005. 300 с.

Озера Карелии. Справочник. Ред. Н.Н. Филатов, В.И. Кухарев. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2013. 464 с.

Призенко А.В. Современное состояние форелеводства в России //Рыбоводство и рыбное хозяйство 2006. №7. С.41–48; № 9, С.41–49.

Рыжков Л.П. Садковая аквакультура – программа действий // Матер. Науч. конф. «Садковое рыбоводство. Технология выращивания. Кормление рыб и сохранение их здоровья». Петрозаводск: ПетрГУ. 2008. С. 3-6.

Рыжков Л.П., Кучко Т.Ю. Садковое рыбоводство. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. 164 с.

Рыжков Л.П., Кучко Т.Ю., Дзюбук И.М. Основы рыбоводства. Санкт-Петербург: Лань. 2011. 528 с.

Стерлигова О.П., Китаев С.П., Ильмаст Н.В. Состояние некоторых водоемов Северной Карелии и их использование для товарного выращивания радужной форели //Труды Кольского научного центра РАН. №3 Прикладная экология Севера. Вып.2. 2012. С.39-45.

Grönroos J., Seppälä J., Silvenius F., Mäkinen T. Life cycle assessment of Finnish cultivated rainbow trout // Boreal Environmental Research 2006. №11. P. 401-414.

Mäkinen T. Effect of temperature, feed ration and other factors on the growth of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss Wallbaum 1722) cultured in Finland // Finnish Fisheries Research 1995. №15. P. 1–26.

ABSTRACT. Data on cultivation of rainbow trout at Lake Svyatozero (Republic of Karelia) in different seasons are presented. It is shown that the purchase of trout in autumn and winter stay in a condition of fish cage provides to receive more adapted fish to the further cultivation.

ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЗООБЕНТОСА ОЗЕРА ИЗУМРУДНОЕ

А.В. Мельникова
Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, d.bugensis@mail.ru

Озеро Изумрудное располагается в Кировском районе города Казани в лесопарке Залесный (55°49'21"N и 48°55'26"E). Оно имеет искусственное происхождение (обводненный карьер), которое образовалось в конце 1980-х годах в результате поступления воды в песчаный карьер из палевой долины реки Волги. Водоем относиться к бессточным озерам, малое с прозрачностью до 8 м. Объем озера составляет 2054 тыс. м^3, площадь 25.5 га, средняя глубина – 8.3 м, а максимальная – 18.0–20.5 м (Экология .., 2005; Курлянов, Мусин, 2015). Грунт в основном представлен песком и слабозаиленным песком. Вода в озере маломинерализованная (186–231 мг/дм^3) с жесткостью 2.4–3.0 ммоль/дм^3, относящаяся к гидрокарбонатно-магниево-кальциевому типу и имеет изумрудно-голубой цвет (Галеева, Мингазова, 2010; Курлянов, Мусин, 2015). По трофности относиться к ультроолиготрофным озерам (Галеева, Мингазова, 2010).

Озеро Изумрудное имеет большое рекреационное значение – является одним из самых популярных мест летнего отдыха. Так в 2016 г. планируется начать благоустройство пляжной зоны озера в рамках Года водоохранных зон (Гайфи, 2016). Соответственно произойдет увеличение рекреационной нагрузки на экосистему, что впоследствии может отразиться на экологическом состоянии озера. Таким образом, изучение современного таксономического разнообразия зообентоса мелководных участков рассматриваемого водоема является актуальным. Так как бентосные беспозвоночные играют важную роль в экосистеме, а их качественные и количественные характеристики являются хорошими, а иногда единственными, гидробиологическими показателями загрязнения донных отложений и придонного слоя воды (Баканов, 2000).

Объектом исследования стали представители зообентоса, нектобентоса и зоофитоса литорали и сублиторали озера Изумрудное. В ходе исследований, проводимых с апреля по октябрь 2015 г., в соответствии с общепринятыми стандартными методами в гидробиологии (Frost et al., 1972; Методика …, 1975; Методические…, 1984) было отобрана 21 проба с использованием ручного сачка/скребка (сеть с размером ячеи 0.5 мм, размеры прямоугольной рамки 260*360 мм) с определенной площади с последующим перерасчетом на 1 м^2. Для фиксации использовали 70% спирт. Камеральную обработку выполняли в лабораторных условиях в соответствии с общепринятыми в гидробиологии методами (Руководство …, 1983; Руководство …, 1992). Для количественной оценки видовой структуры исследованных сообществ рассчитывались следующие индексы: индекс видового

богатства Маргалефа (D_{Mg}) и Менхиника (D_{Mn}), индекс видового разнообразия Шеннона (H по численности и биомассе), индекс выравненности Пиелу (e) и индекс доминирования (I_d) (Шитиков и др., 2003; Богданов и др., 2007).

В 2015 г. в составе зообентоса озера Изумрудное (Юдинский карьер) была обнаружена 71 таксономическая группа водных беспозвоночных, представленные Nematoda, Annelida, Mollusca, Hydracarina и Insecta. Численность и биомасса всего зообентоса на данном участке составила 3063±757 экз./м^2 и 2.746±0.484 г/м^2 соответственно.

Nematoda являются широко распространенной группой беспозвоночными. В пресных водоемах насчитывается около 600 видов. Наибольшие количественные показатели характерны для мелководных участков водоемов со слабозаиленным песком (Определитель …, 1994). В пробах, взятых на литорали озера Изумрудное, представители класса Nematoda попадались несколько раз (частота встречаемости составила 9.5%), а вклад их в количественные показатели зообентоса был незначителен и составил не более 0.02 %.

Тип Annelida в озере представлен классами Oligochaeta и Hirudinea. Олигохеты также являются широко распространенными организмами в пресноводных водоемах, особенно в зарослях макрофитов. Так в озере было выявлено 5 видов из семейств Naididae (*Stylaria lacustris* (Linnaeus, 1767) и *Uncinais uncinata* (Oersted, 1842)), Tubificidae (*Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede, 1862 и *L. udekemianus* Claparede, 1862) и Lumbriculidae (*Lumbriculus variegatus* (Müller, 1773)). Все они являются широко распространенными в Палеарктике видами (Определитель …, 1977; Определитель …, 1994). Частота встречаемости их в пробах составила 76.2%, однако наибольшие значения этого показателя были выявлены для *S. lacustris* (71.4%). Доля олигохет в общих показателях зообентоса была незначительна (по численности составила 4.0±1.8%, по биомассе – 1.6±0.7%). Наибольший вклад в количественные показатели олигохет вносила *S. lacustris*.

Представители класса Пиявки (Hirudinea) также являются распространенными организмами, предпочитающие заселять литораль с зарослями макрофитов, но можно найти и под корнями и корягами (Лукин, 1976; Определитель …, 1977). В наших исследованиях было обнаружено 4 вида пиявок, принадлежащих к сем. Glossiphoniidae (*Glossiphonia complanata* (Linnaeus, 1758), *Helobdella stagnalis* (Linnaeus, 1758)) и сем. Erpobdellidae (*Erpobdella octoculata* (Linnaeus, 1758), *E. nigricollis* (Brandes, 1899)). Обнаруженные пиявки считаются самыми распространенными и обычными видами водоемов Палеарктики (Лукин, 1976). Они были выявлены в 28.6% отобранных проб зообентоса, однако их вклад в численность и биомассу всего зообентоса был минимален (< 0.4%)

Тип Mollusca в озере представлен двумя классами Gastropoda и Bivalvia.

Из класса брюхоногих моллюсков было выявлено 9 видов из 4 семейств: Planorbidae (*Gyraulus albus* (Müller, 1774) и *Armiger crista* (Linnaeus, 1758)), Lymnaeidae (*Lymnaea intermedia* Lamarck, 1822, *L. auricularia* (Linnaeus, 1758) и *L. ovata* (Draparnaud, 1805)), Valvatidae (*Valvata depressa* C. Pfeiffer, 1821,

V. piscinalis (Müller, 1774) и *V. pulchella* Studer, 1820) и Physidae (*Physella acuta* (Draparnaud, 1805)). Все эти моллюски являются широко распространенными в Палеарктике и Голарктике видами (Жадин, 1952; Определитель …, 1977; Определитель ..., 2004). Интересно было обнаружение в озере одного из самого распространенного инвазионного вида *P. acuta*, являющегося представителем североамериканской фауны, который также встречается на мелководных участках среди растительности Куйбышевского водохранилища. Одним из способов его распространения считается аквариумисты (Жадин, 1952; Яковлева, Яковлев, 2014). Высота раковины моллюска составила 7 мм, а масса – 23 мг, тогда как в водохранилище средняя высота раковины указывается 5.3±0.5 мм (от 4.5 и до 6.0 мм) (Яковлева, Яковлев, 2014). В 2014 г. обнаруженные моллюски (3 экз.) на мелководных участках водохранилища в районе жилого массива Новое Аракчино имели среднюю высоту раковины 5.7±0.3 мм (максимальная 6 мм), масса – 24.0±3.3 мг (32 мг) (Мельникова, Яковлев, 2016).

Представители класса Gastropoda были обнаружены в 66.7% проб, однако среди них наиболее часто встречался *G. albus* (33.3%). Вклад их в общую численность и биомассу зообентоса был незначителен (0.2±0.1 и 9.5±4.6% соответственно), но наибольший вклад в биомассу брюхоногих моллюсков вносил *L. auricularia* (9.0%), за счет своих крупных размеров.

Двустворчатые моллюски в озере были представлены лишь одним видом – *Pisidium subtruncata* Malm, 1855, который был обнаружен лишь в двух пробах, соответственно доля его в общих показателях зообентоса была минимальна и составила < 0.05%.

Водяные клещи (*Hydracarina* sp.) распространены повсеместно и могут заселять все типы водных объектов. Они ведут придонный образ жизни, и набольшая численность их наблюдается в зарослях макрофитов (Определитель …, 1997). Гидракарины были обнаружены в 90.5% отобранных проб, и вклад их в показатели численности и биомассы зообентоса в среднем составил 37.6±6.1% и 18.3±3.9% соответственно.

Класс Insecta был представлен 50 таксонами из 7 отрядов: Collembola, Odonata, Ephemeroptera, Hemiptera, Coleoptera, Trichoptera, и Diptera. Представители насекомых были обнаружены во всех пробах, и они формировали основу количественных показателей всего зообентоса (по численности 54.9±6.5%, по биомассе 68.4±4.7%).

Отряд Collembola (вилохвостки или ногохвостки) был представлен обыкновенным широко распространенным видом *Podura aquatica* Linne, 1758. Это мелкие и примитивные первичнобескрылые представители класса Insecta. В пробах этот вид встречался несколько раз, однако доля его в количественных показателях была незначительна.

Отряд Стрекозы (Odonata) в озере был представлен 7 видами из 4 семейств: Coenagrionidae (*Coenagrion hastulatum* Charpentier, 1825, *Ischnura elegans* Vanderlinden, 1823 и *I. pumilio* Charpentier, 1825), Corduliidae (*Epitheca bimaculata*

(Charpentier, 1825)), Libellulidae (*Laucorrhinia dubia* Vanderlinden, 1825 и *Lubellula quadrimaculata* Linne, 1758) и Aeschnidae (*Anax imperator* Leach, 1815). Обнаруженные стрекозы населяют все водные объекты, однако предпочитают стоячие водоемы с богатой водной растительностью. Все они характеризуются палеарктическим распространением (Определитель …, 1977; Определитель …, 1997). Личинки стрекоз встречались в 66.7% проб, но наиболее часто попадалась личинка *I. pumilio* (52.4%). Относительная численность стрекоз на мелководных участках озера составила 0.3±0.2 %, биомасса – 6.0±2.4%.

Из отряда Ephemeroptera на литорали озера было обнаружено 4 вида из двух семейств: Baetidae (*Cloeon simile* Eaton, 1870 и *C. dipterum* (Linnaeus, 1761)) и Caenidae (*Caenis horaria* (Linnaeus, 1758) и *C. rivulorum* Eaton, 1884). Они являются обычными представителями Голарктики, заселяя мелководные участки с зарослями макрофитов (Определитель …, 1977; Определитель …, 1997). Поденки были выявлены в 95.2% проб, но наиболее часто в пробах попадались *C. horaria* (90.5%) и *C. simile* (66.7%), которые также вносили существенный вклад в количественные показатели всех поденок (по численности 5.6 и 5.4%, по биомассе 9.3 и 9.9% соответственно). Вклад Ephemeroptera в общие показатели зообентоса составил 17.0±4.5% по численности и 23.6±6.2% по биомассе.

Фауна полужесткокрылых насекомых или клопов (Hemiptera) была представлена 2 таксонами из семейства Corixidae (*Sigara* sp. и *Micronecta* sp.). Частота встречаемости клопов составила 57.1% отобранных проб (38.1 и 23.8% соответственно), однако вклад в количественные показатели был не существенным и составил в среднем по численности 0.2±0.1% и биомассе 0.7±0.4%.

Жуки (Coleoptera) в озере были представлены 6 таксонами из 5 семейств: Dytiscidae (*Laccophilus minutus* (Linnaeus, 1758) и *Laccophilus* sp.), Haliplidae (*Haliplus* sp.), Chrysomelidae (*Donacia* sp.), Gyrinidae (*Gyrinus* sp.) и Hydrophilidae (*Laccobius (Laccobius) minutus* (Linnaeus, 1758)). Обнаруженные виды жуков распространены в Палеарктике и в основном предпочитают стоячие водоемы на прибрежных мелководьях, заросших высшей водной растительностью (Зайцев, 1953; Определитель …, 1977; Определитель …, 2001). Представители отряда Coleoptera были обнаружены в половине отобранных проб зообентоса и представлены как личиночными формами, так и имаго. Однако среди выявленных полужесткокрылых наибольшая частота встречаемости была характерна для *Haliplus* sp. (23.8%). Доля Coleoptera в суммарной численности всего зообентоса составила 0.2±0.1%, а в биомассе – 3.0±2.6%.

Фауна ручейников (Trichoptera) в исследуемом водоеме представлена 5 видами из семейств Leptoceridae (*Mystacides azurea* (Linne, 1761), *M. longicornis* (Linne, 1758) и *M. nigra* (Linne, 1758)), Hydroptilidae (*Agraylea multipunctata* Curtis, 1834) и Polycentropodidae (*Holocentropus dubius* (Rambur, 1842)). Обнаруженные виды личинок ручейников предпочитают селиться среди зарослей в стоячих и слабо текучих водоемах. Ареал их представлен в основном европейскими элементами (Лепнева, 1966; Определитель …, 1977; Определитель …, 2001). Ручейники были

обнаружены в половине отобранных проб (52.4%), однако чаще всех попадалась личинка *M. longicornis* (47.5%). Количественные показатели представителей отряда Trichoptera были незначительны, и их доля составила в среднем 0.2% от всего зообентоса как по численности, так и по биомассе.

Отряд двукрылых насекомых (Diptera) в озере Изумрудное характеризовался наибольшим видовым разнообразием среди других групп, представленный 25 таксонами из 8 семейств: Tipulidae, Limoniidae, Psychodidae, Culicidae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Tabanidae и Muscidae. Двукрылые насекомые были обнаружены во всех отобранных проб, и вклад их в показатели численности и биомассы всего зообентоса составил в среднем 37.1±7.6% и 34.9±7.3% соответственно.

В озере крайне редки и малочисленны были представители семейств Tipulidae (комары-долгоножки) – *Tipula* sp., Limoniidae (комары-болотницы) – *Dicranomyia* sp., Psychodidae (бабочницы) – *Psychoda (Tinearia) alternata* (Say 1824), Culicidae (настоящие комары) – *Anopheles (Anopheles)* sp., и Tabanidae (слепни) – *Chrysops* sp. и Muscidae (настоящие мухи) – *Lispe* sp.

В отличие от ранее рассмотренных отрядов двукрылых насекомых Ceratopogonidae (мокрецы; *Bezzia* sp. и *Ceratopogonidae* sp.) были обнаружены в более чем в 70% проб, и вклад их в общей численности зообентоса составил 4.8% и биомассе 2.5%.

Наиболее качественно богаче была представлена фауна Chironomidae, которая включала 17 таксонов из четырех подсемейств: Diamesinae (*Potthastia longimana* Kieffer, 1922), Tanypodinae (*Ablabesmyia* sp. и *Procladius (Holotanypus) choreus* Meigen, 1804), Orthocladiinae (*Cricotopus (Isocladius) gr. sylvestris* (Fabricius, 1794), *C. (Cricotopus) gr. bicinctus* (Meigen, 1818), *Corynoneura scutellata* Winnertz, 1846 и *Psectrocladius (Psectrocladius) sordidellus* (Zetterstedt, 1838)) и Chironominae, представленное 11 таксонами из триб Tanytarsini (*Cladotanytarsus mancus* (Walker, 1856) и *Tanytarsus* sp.) и Chironomini (*Chironomus plumosus f.l. plumosus* Linne, 1758, *Cryptochironomus gr. defectus* Kieffer, 1921, *Endochironomus albipennis* Meigen, 1830, *Glyptotendipes pallens* (Meigen, 1804), *Lauterborniella agrayloides* (Kieffer, 1911), *Microtendipes pedellus* (De Geer, 1776), *Phaenopsectra flavipes* (Meigen, 1818), *Polypedilum gr. nubeculosum* (Meigen, 1818) и *Stictochironomus* sp.). Таким образом, хирономиды представлены широко распространенными видами, которые в основном обитают в стоячих или слабопроточных водоемах среди зарослей (Определитель …, 2001). Представители семейства были обнаружены во всех отобранных пробах зообентоса, и доля их в среднем составила 36.8±7.5% по численности и 34.9±7.3% по биомассе. Таким образом, хирономиды, не только по качественным характеристикам, но и по количественным показателям доминировал среди других семейств отряда Diptera.

Для мелководных участков озера был выделен комплекс доминирующих видов, которые формировали 67.5% суммарной биомассы зообентоса на исследуемом участке озера (табл.).

Таблица - **Комплекс доминирующих видов зообентоса и их средние (*M*±*m*) показатели численности и биомассы на мелководных участках озера Изумрудное в 2015 г.**

№	Вид	I_d*	Численность, экз./м^2	Биомасса, г/м^2
1	*Hydracarina* sp.	3.7	957±253	0.458±0.117
2	*Stictochironomus* sp.	3.4	634±364	0.611±0.286
3	*C. horaria*	2.8	171±73	0.256±0.127
4	*C. simile*	2.1	158±53	0.271±0.098
5	*C. gr. defectus*	1.4	76±29	0.096±0.056
6	*P. gr. nubeculosum*	1.2	90±40	0.095±0.045
7	*Ceratopogonidae* sp.	1.1	146±73	0.068±0.036

* I_d – индекс доминирования

К основным видам зообентоса озера, встречаемость которых составила > 50%, по мимо видов формирующих комплекс доминирующих видов, были отнесены еще олигохета *S. lacustris*, хирономиды *C. (I.) gr. sylvestris, C. mancus* и *E. albipennis* и стрекоза *I. pumilio*. Второстепенные виды, встречаемость которых находилась в пределах 25–50%, были представлены 4 таксонами – *M. longicornis*, *G. pallens, Micronecta* sp и *G. albus*, Основное количество выявленных таксонов зообентоса можно было отнести к случайным и редким видам.

Анализ количественной оценки видовой структуры зообентоса мелководных участков озера Изумрудное показал, что индекс видового богатства Менхиника (D_{Mn}) за период исследования в среднем составил 0.44±0.06, а индекса видового богатства Маргалефа (D_{Mg}) – 1.96±0.13. Индекс видового разнообразия Шеннона (H), рассчитанного по численности, равнялся 1.97±0.14, а по биомассе – 2.08±0.12. Индекс выравненности Пиелу (e) в среднем составил 0.50±0.03.

Таким образом, в 2015 г. таксономический состав зообентоса озера Изумрудного стал значительно разнообразнее по сравнению с ранее указанными данными. Так в период проведения исследования в 1999–2004 гг. было выявлено лишь 4 вида – водяные клещи *Hydrachnida* sp. и двукрылые насекомые *Palpomyia lineata*, *Chironomus dorsalis* и *Pentapedilum sordens*. Численность зообентоса составила на тот период 400 экз./м^2, а биомасса – 2.2 г/м^2 (Экология …, 2005). Следовательно, за 10–15 лет произошли значительные изменения в экосистеме озера, что привело к увеличению биоразнообразия донных беспозвоночных мелководных участков озера до 71 таксона, а соответственно и их количественных показателей. В основном обнаруженные виды в озере являются обычными представителями Палеарктики и Голарктики.

Литература

Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов (обзор) // Биология внутренних вод, 2000. № 1. С. 68–82.

Богданов В.Д., Богданова Е.Н., Госькова О.А., Морозова Л.М., Некрасова Л.С., Степанов Л.Н., Ярушина М.И. Оценка экологического состояния и рекреационной емкости озера Песчаное. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. 140 с.

Гайфи З. В Казани планируется благоустроить Горкинский лес и озеро в парке Победы [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.kzn.ru/news/52277-v-kazani-planiruetsya-blagoustroit-gorkinskij-les-i-ozero-v-parke-pobedy (дата обращения: 18.02.2016).

Галеева А.И. Мингазова Н.М. Использование универсальной лимно-экологической классификации для региональной типизации и инвентаризации озерного фонда на примере г. Казани // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 12, № 1 (4), 2010. С. 925–929.

Жадин В.И. Моллюски пресных вод СССР. М. – Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1952. 376 с.

Зайцев Ф.А. Плавунцовые и вертячки. В серии: Фауна СССР. Насекомые жесткокрылые. Т. IV. М. – Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1953. 377 с.

Курлянов Н.А., Мусин Р.Х. Вертикальная гидрохимическая зональность озер Среднего Поволжья. В сборнике: Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии Материалы Всероссийской конференции с международным участием с элементами научной школы. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Томск, 2015. С. 517–521.

Лепнева С.Г. Личинки и куколки подотряда цельнощупиковых (Intergripalpia). В серии: Фауна СССР. Ручейники. Т. II, вып. 2. М. – Л.: Изд-во «Наука», 1966. 560 с.

Лукин Е.И. Пиявки пресных и солоноватых водоемов. В серии: Фауна СССР. Пиявки. Т. I. Л.: Изд-во «Наука», Ленинградское отделение. 1976. 484 с.

Мельникова А.В., Яковлев В.А. Бентосные вселенцы на мелководных участках Волжского плеса Куйбышевского водохранилища (в районе г. Казани) // Вода: химия и экология, 2016. № 2. С. 47–52.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.

Методические указания по принципам организации системы наблюдений и контроля за качеством воды водоемов и водотоков на сети Госкомгидромета в рамках ОГСНК. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. 40 с.

Определитель беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 1. Низшие беспозвоночные. СПб.: ЗИН РАН, 1994. 395 с.

Определитель беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 3. Паукообразные, низшие насекомые. СПб.: ЗИН РАН, 1997. 440 с.

Определитель беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5. Высшие насекомые. СПб.: Наука, 2001. 825 с.

Определитель беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 6. Моллюски, Полихеты, Немертины. СПб.: Наука, 2004. 528 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1977. 511 с.

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. 239 с.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. 318 с.

Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.

Экология города Казани. Казань: Изд-во «Фән» Академии наук РТ, 2005. 576 с.

Яковлева А.В., Яковлев В.А. Чужеродные бентосные беспозвоночные в верховьях Куйбышевского водохранилища. Казань: Отечество, 2014. 199 с.

Frost S., Huni A., Kershaw W.E. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna // Can. J. Zool. 1972. Vol. 49. P. 167–173.

ABSTRACT. The paper presents the current data on the taxonomy structure of zoobenthos littoral and sublittoral zones Izumrudnoe Lake on the materials collected in 2015. Zoobentos was presented 71 taxa of invertebrates, which are the usual representatives of the Palearctic. The greatest species diversity was characteristic of Diptera, mainly due to the Chironomidae. The most frequently encountered in the samples of *Hydracarina* sp. and *Caenis horaria*.

С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИСТОЛОГИИ ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГОЛЬЦОВ, ОБИТАЮЩИХ В РАЙОНАХ ПРОЯВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ НА ПРИМЕРЕ ИЗ Р. СВЕТЛАЯ, КАМЧАТКА

К.В. Метальникова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), Москва, ksunu@yandex.ru

Целью был анализ материалов гистологического исследования внутренних органов мальмы из р. Светлая, Камчатка, в 2011г. Изучали у мальмы жабры на гистологических срезах, руководствуясь более ранними (Метальникова, 2013) разработками по выявлении механических и химических воздействий на основной дыхательный орган у мальмы. Печень у рыб основной внутренний орган, где происходят все основные биохимические процессы метаболизма и синтез вителлогенина, который является гликолипопротеином - предшественником белка, липидов и сахаров при формировании желтка в икринке.

Материал и методика. Пробы мальмы были добыты сотрудниками лаборатории воспроизводства лососевых рыб в реках Камчатки из р. Светлая. Далее приведён исходный материал для исследования, подготовленный сотрудниками ФГУП «ВНИРО» для исследования, таблица 1.

Таблица 1 - **Исходный материал для гистологического исследования, 2011 г., Камчатка** (Есин Е.В., Сорокин Ю.В.)

Семячикско-Кихпинычевская группа водотоков
Река Светлая (Мутная-Кихпинычевская)
Даты сбора материала: 21.08.2011
Общие сведения: Крупная река, стекающая со шлаковых склонов вулкана Кихпиныч. В верхнем течении принимает множество притоков, дренирующих старые задернованные вулканические склоны, но единственный крупный ручей с токсичной водой, вытекающий из палеократера, впадает в реку в нижнем течении. Ниже вулкана главная река протекает по узкой горной долине, при выходе на морскую террасу начинает маендрировать, появляются разветвления. Крупных нерестовых притоков нет.
Место отбора проб: На 500 м выше впадения «грязного» токсичного вулканического ручья Кислый, стекающего из кратера вулкана. В месте работ крупная горная лососевая река, русло прямое с одиночными разветвлениями. Дно валунистое, но все межвалунное пространство заполнено вулканическим песком. Вода прозрачная и бесцветная.

Размерные характеристики водотока:

Ширина потока - 19-21 м;

Max. скорость течения - 3.1 м/с;

Расход - 12.0 $м^3$/с;

Глубины - до 2 м.

Загрязнение воды:

Содержание химических элементов в растворе, мг/л:

Элементы	ПДКрх	Основное русло	Элементы	ПДКрх	Основное русло
Ag	-	0,0001	P	0,015	0,0911
Al	0,04	0,0007	Pb	0,006	0,0009
As	0,05	0,0157	Rb	0,1	0,0006
B	0,5	0,0074	S	10	0,0985
Ba	0,74	0,0216	Sb	0,01	0,0142
Be	0,0003	-	Sc	-	-
Bi	-	0,0004	Se	0,002	0,0062
Ca	180	4,7000	Si	-	0,5002
Cd	0,005	0,0001	Sn	0,112	0,0005
Co	0,01	0,0009	Sr	0,4	-
Cr	0,07	0,0007	Ti	0,06	0,0028
Cu	0,001	0,0024	Tl	-	-
Fe	0,1	0,0224	U	-	-
K	10	2,9000	V	0,001	-
Li	0,08	0,0212	Zn	0,01	0,0336
Mg	40	2,5950	Zr	0,04	-
Mn	0,01	0,0005	pH		7.8–7.9
Mo	0,001	0,0126	Мутность воды (ntu)		1.22–1.32 (1.27)
Na	120	17,8000			
Ni	0,01	0,0000			

Вода не токсична

Ихтиофауна.

Выше впадения руч. Кислый нерестятся голец-мальма, кижуч и горбуша (единично) и 3-иглая колюшка. Нерест всех видов разрозненный и не массовый. Меженное рыбное население образовано молодью мальмы, кижуча и жилой 9-иглой колюшкой. Рыбы немного, она концентрируется на ямах вдоль берегов. Преобладает молодь мальмы.

Проводку проб осуществляли через автомат для гистологической обработки тканей карусельного типа (Модель STP -120); заливку в парафин - через заливочную

станцию ЕС 350; продольные срезы толщиной 5 мкм делали на MICROM HM 440E». Полученные срезы окрашивали гематоксилином по Джилла 1(«Biovitrum», 2011) с докраской эозином. Фотографии готовых гистологических препаратов сделаны с помощью микроскопа Leica с компьютерной системой с автоматической видеокамерой Leica DC при увеличении окуляра 10х и объективов х10, 20, 40 и 100 с иммерсией. Для изготовления цифровых микрофотографий гистологических препаратов использовали программу DC Viewer, соединённую с программой редактирования изображений PhotoShop. Общее количество гистологически обработанного материала представлено в таблице 2.

Таблица 2 - **Общее количество обработанного материала гистологически, р. Светлая, Камчатка, 2011 г.**

Приготовлено стёкол, шт.		**Приготовлено серийных срезов, шт.**	**Сделано фотографий, шт.**	**Обработано проб до блоков, шт.**	**Исследовано полей зрения микроскопа при разном увеличении.**
Печень	26	910	60	21	910
Жабры	3	78	7	21	78
Селезёнка	9	279	31	21	279
Всего	**38**	**1267**	**98**	**63**	**1267**

Результаты и обсуждение. Для более раннего выявления изменений под влиянием внешней среды рассмотрим изменения в жабрах мальмы по ранее разработанной методике (Метальникова, 2013) для мальмы. В ходе исследований и разработки методики были выявлены те изменения в жабрах, которые носят временный характер и могут меняться на протяжении жизни рыбы и те, которые носят характер соматических изменений, связанных с нарушением обмена веществ, они все были сведены нами в таблицу, таблица 3.

Таблица 3 - **Патологические отклонения в жаберных лепестках исследованной мальмы из р. Светлая, Камчатка, в 2011 г.**

Наименование патологического отклонения в жабрах	**Наличие патологического отклонения в жабрах в выборке, %**
	Р. Светлая
Утолщение эпителиального слоя в жаберных лепестках	100
Истончение эпителиального слоя в жаберных лепестках	единично
Редуцирование вторичных пластинок жаберных лепестков	31,25
Гипертрофия клеток опорных тканей	50
Гиперплазия клеток опорных тканей	0
Включение инородных тел внутрь ткани жаберных лепестков	0

Гипертрофия вторичных пластинок жаберных лепестков	87,5
Гиперплазия основания вторичных пластинок жаберных лепестков	0
Увеличение объема эпителия, отёк жаберных лепестков	100
Прилив красных клеток крови	100
Слияние вторичных пластинок (лепесточков) жаберных лепестков	62,5
Дезорганизация вторичных пластинок	50
Аневризма вторичной пластинки жаберного лепестка	100
Эпителиальная грыжа с геморрагией или без неё	25
Изъязвлённая поверхность лепесточков в жаберных лепестках	0
Норма	25

Результаты исследований жаберных лепестков из р. Светлая представлены в таблице 3. По результатам исследования изменений в жабрах подсчитали среднестатистические показатели этих изменений без учёта нормы, которые представлены в таблице 4.

Таблица 4 - **Среднестатистические показатели изменений в жабрах у мальмы из р. Светлая, Камчатка, в 2011 г.**

Среднее	47,08
Стандартная ошибка	10,89
Медиана	50
Мода	0
Стандартное отклонение	42,18
Дисперсия выборки	1779,39
Эксцесс	-1,72
Асимметричность	0,13
Интервал	100
Минимум	0
Максимум	100
Сумма	706,25
Счёт	15
Уровень надежности(95,0%)	23,36
CV,%	89,96

Средние показатели изменений в жабрах мальмы из р. Светлая, 47,08+10,89, свидетельствуют о том, что ~50% жаберного аппарата мальмы находится в процессе необратимых изменений на организменном уровне, это такие изменения как: редуцирование вторичных пластинок жаберных лепестков, слияние вторичных

пластинок жаберных лепестков, дезорганизация вторичных пластинок жаберных лепестков. Эти изменения ведут к нарушениям на организменном уровне за счёт нарушений функций, связанных с дыханием и метаболизмом в организме рыб. А остальные изменения, которые наблюдаются, носят не систематический, а случайный характер, о чем свидетельствует очень высокий показатель изменчивости признаков CV,%=89,96%. Характерное изменение в жабрах у мальмы из р. Светлая: прилив красных кровяных клеток – скорее всего, изменения, связанные с изъятием рыб из воды при фиксации, а также связано с отёком, гиперплазией и гипертрофией вторичных жаберных лепестков, рис. 1. Все остальные аномалии, наблюдаемые у мальмы из р. Светлая, скорее всего, результат неблагоприятных факторов, которые влияли достаточно длительное время на рыбу: особенно слияние вторичных пластинок жаберных лепестков и разрушения в виде редуцирования вторичных пластинок жаберных лепестков, рис.1.

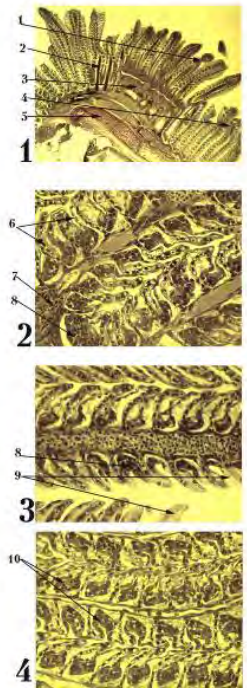


Рисунок 1 - Сагиттальные срезы жабр мальм из р. Светлая, Камчатка, 2011 г.

1.1.Увеличение ок.10х об.5х

1.2.Увеличение ок.10х об.40х

1.3. Увеличение ок.10х об.40х

1.4. Увеличение ок.10х об.40х

Пояснения к рисунку 1:
1. Редуцирование вторичных пластинок жаберных лепестков
2. Гипертрофия опорных тканей
3. Гиперплазия основания вторичных пластинок жаберных лепестков
4. Сращение вторичных лепесточков жаберных лепестков
5. Гиперплазия клеток опорных тканей
6. Утолщение эпителиального слоя в жаберных лепестках
7. Аневризма вторичной пластинки жаберного лепестка
8. Эпителиальная грыжа с геморрагией или без неё
9. Истончение эпителиального слоя в жаберных лепестках
10. Прилив красных клеток крови

В печёночной ткани мальмы, из исследуемого водоёма, количество ядрышек в ядре печёночных клеток у рыб было 1-2. По-видимому, видоспецифический признак, так как у кижучей наблюдали не более 2-х ядрышек в ядре печёночных клеток, а у чавычи - до 4-х ядрышек в одном ядре в печёночных клетках в норме (Anatskaya, Vinogradov, Kudryavtsev, 1994; Метальникова, 2009). Печень у рыб основной внутренний орган, где происходят все основные биохимические процессы метаболизма. Поэтому изменения в печёночной ткани наиболее ярко и точно характеризуют степень и длительность негативных воздействий на рыбу. Используя методики, ранее разработанные для чавычи, нерки и кижуча (Метальникова, 2009), провели их небольшую модификацию, применив программу Excel. Для проведения статистической обработки срезы печени при увеличении в 400 раз покрывали сеткой в программе PhotoShop, корректировали снимок по степени контрастности и уменьшали до размеров: в ширину = 5,6 см и высоту = 4,24 см, при 300pixels/inch (приняты размеры, наименее искажающие срез). Далее просчитывали общее количество клеток на срезе и количество клеток на срезе с аномалиями. Просчёт вели с увеличением в 400 раз в стандартной сетке PhotoShop. Полученные результаты высчитывали в процентах к общему количеству учтённых клеток и выводили по каждой пробе (см. экземпляру рыбы) средние значения. Данные заносили в таблицу 6. Количество площади среза, занятого кровеносными сосудами, просчитывали по среднему количеству клеток в каждом квадрате сетки за вычетом тех клеток, на месте которых располагался кровеносный сосуд. Затем высчитывали % от общего количества печёночных клеток по каждой позиции. Полученные результаты просчитывали в программе Excel. Подсчитывали по тому же принципу все остальные аномалии. Полученные таким образом данные приведены в таблице 6.

Таблица 6 - **Среднестатистические показатели морфологического строения печёночной ткани у исследуемой мальмы из р. Светлая, Камчатка, 2011 г.**

Показатели	Общее кол-во печ. кл., шт.	В т.ч. карио пикноз, шт.	В т.ч. карио-пикноз, %	К-во кров. сосуд., в шт.	К-во кров. сосуд., в %	Качество трабекул на срезе, шт. печ.кл.	К-чество трабекул на срезе, %	К-чество клеток с анома лиями, шт.	К-чество клеток без аномалий, шт.
Среднее	388,80	3,85	0,90	134,95	36,66	7,25	2,09	241,85	130,40
Стандартная ошибка	17,95	2,07	0,44	13,73	4,44	1,26	0,39	19,07	28,57
Медиана	372,00	1,50	0,41	108,50	29,70	6,50	1,74	258,00	68,00
Мода	374,00	0,00	0,00	73,00	#Н/Д	3,00	#Н/Д	#Н/Д	47,00
Стандартное отклонение	80,25	9,27	1,97	61,39	19,86	5,66	1,74	85,29	127,76
Дисперсия выборки	6440,69	85,92	3,88	3769,10	394,45	31,99	3,03	7273,92	16322,67
Эксцесс	1,74	17,21	15,98	-0,12	-0,41	2,79	5,72	0,14	-0,04
Асимметричность	1,13	4,04	3,85	0,77	0,88	1,37	1,98	-0,57	1,08
Интервал	327,00	42,00	8,88	218,00	62,42	24,00	7,87	332,00	421,00
Минимум	283,00	0,00	0,00	63,00	15,43	0,00	0,00	42,00	0,00
Максимум	610,00	42,00	8,88	281,00	77,85	24,00	7,87	374,00	421,00
Сумма	7776,00	77,00	17,95	2699,00	733,13	145,00	41,77	4837,00	2608,00
Счёт	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Уровень надежности (95,0%)	37,56	4,34	0,92	28,73	9,30	2,65	0,81	39,92	59,79
CV,%	20,64	240,77	219,47	45,49	54,18	78,01	83,33	35,26	97,98

Продолжение табл. 6

Показатели	Кол. кл-к без аномалий, %	% клеток с аномалиями	1 ядрышко, шт.	2-3-4 ядрышка шт.	Кол-во клеток с1ядрышком, %	Кол-во клеток с 2-3 ядрышками, в %	Тёмные клетки, шт.	Тёмные клетки, %	% пустот
Среднее	30,54	65,11	59,58	148,95	17,95	36,59	165,53	45,71	12,47
Стандартная ошибка	5,86	5,73	7,10	35,66	3,20	7,66	28,43	7,51	1,35
Медиана	19,05	68,06	57,00	57,00	14,44	14,52	189,00	64,66	10,39
Мода	#Н/Д	100,00	29,00	53,00	#Н/Д	#Н/Д	0,00	0,00	#Н/Д
Стандартное отклонение	26,22	25,64	30,94	155,45	13,96	33,40	123,91	32,72	5,87
Дисперсия выборки	687,68	657,18	957,15	24163,61	194,81	1115,60	15353,71	1070,87	34,49
Эксцесс	-0,21	-0,40	2,09	0,46	10,66	-1,24	-1,59	-1,65	-0,87
Асимметричность	0,89	-0,55	1,13	1,24	2,98	0,79	-0,28	-0,54	0,31
Интервал	90,90	90,93	131,00	513,00	64,10	89,32	343,00	79,95	21,37
Минимум	0,00	9,07	15,00	26,00	5,03	5,65	0,00	0,00	2,38
Максимум	90,90	100,00	146,00	539,00	69,13	94,97	343,00	79,95	23,75
Сумма	610,79	1302,15	1132,00	2830,00	341,05	695,25	3145,00	868,51	236,84
Счёт	20,00	20,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
Уровень надежности (95,0%)	12,27	12,00	14,91	74,92	6,73	16,10	59,72	15,77	2,83
CV,%	85,87	39,37	51,93	104,36	77,76	91,28	74,86	71,59	47,12

Количество клеток в 0,9% с кариопикнозом - фоновое, так как максимум достигал 8,8% от исследованных срезов печени у разных особей мальмы из представленной выборки, что является уже существенным изменением, влияющим на морфогенез печёночных клеток, так называемое модификационное изменение, пока не передающееся по наследству. Кровь к печени поступает и оттекает из двух источников: по воротной вене и по печёночной артерии, а оттекает по печёночным мелким венам, собираясь в воротной вене. Таким образом, печень имеет две афферентные и одну эфферентную систему кровеносных сосудов.

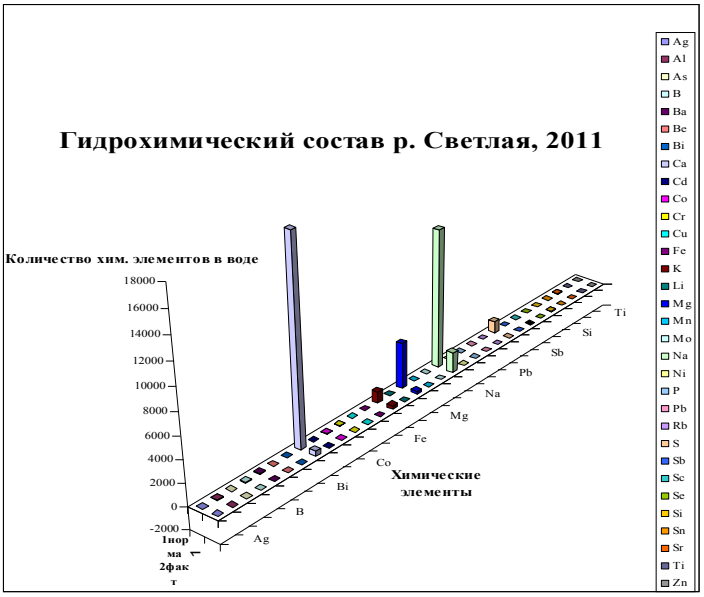


Рисунок 2 - **Гидрохимический состав р. Светлая, Камчатка в 2011 г.**

Количество ядрышек в ядрах печёночных клеток очень часто достигало 2, 3 и даже 4, что говорит об изменениях связанных с плоидностью исследованных рыб. Это уже идёт серьёзный мутационный процесс, который, возможно, свидетельствует о нарушениях в хромосомной плоидности исследованных рыб (Woznicki, Kuzminski, 2002), но под влиянием каких факторов происходят эти процессы в ходе исследований гидрохимического состава водоёма не определили, рис. 2, так как все гидрохимические показатели водоёма в пределах нормы. Максимальное количество рыб с высоким содержанием ядрышек в кариоплазме печёночных клеток достигает до 8,8%, что составляет не более 0,5% выборки. По-видимому, наличие в воде избытка тяжёлых металлов, таблица 1 и рис. 2, провоцирует всё-таки мутационные процессы у мальмы из р. Светлая. Данное явление требует дополнительных исследований хромосомных нарушений в популяции, но из-за их небольшого количества (около

0,5% исследованной выборки) скорее служит предупреждающим сигналом о необходимости такого рода исследований. Количество кровеносных сосудов в печени также приближается к критическому - 36,6%, таблица 6. Количество печёночных клеток с аномальными изменениями в цитоплазме или кариоплазме печёночных клеток (зернистость кариоплазмы, пустоты в цитоплазме и кариоплазме, изменения формы клеток, отсутствие ядра, «двойные клетки» (задержавшийся процесс митотического деления клетки в оболочке материнской клетки и другие аномальные явления) также приближается к 40% от общего количества исследованных печёночных клеток у мальмы из р. Светлая, что также подтверждает определённую степень воздействия на рыбу загрязнений в воде, которые, проникая через жаберный аппарат рыб, поступают в кровь и с пищей в пищеварительный тракт. Изменения в селезёнке подтверждают нарушения в организме исследуемой мальмы из р. Светлая: обилие трабекул и свободных клеток крови свидетельствуют о нарушениях в кроветворении у рыбы, рис. 3 (печень и селезёнка).

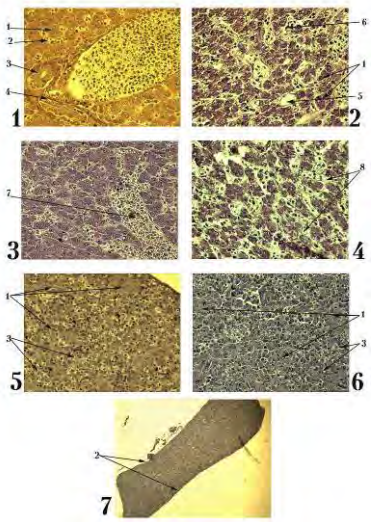


Рисунок 3 - **Сагиттальные срезы печени и селезёнки мальмы из р. Светлая, Камчатка в 2011 г.**

Рисунок 3. 1. Сагиттальный срез печени мальмы с паразитов в трабекуле. Увеличение ок. 10х об. 40х

Рисунок 3. 2. Сагиттальный срез печени мальмы с печёночными протоками. Увеличение ок.10 об. 40х

Рисунок 3.3. Сагиттальный срез печени мальмы с воротной печёночной веной. Увеличение ок.10х об.40х

Рисунок 3.4. Сагиттальный срез с жировыми включениями в печёночную паренхиму мальмы. Увеличение ок. 10х об. 40х

Пояснения к рисункам 3.1-4:
1. Печёночная балка из печёночных клеток
2. Печёночные капилляры
3. Печёночный паразит в соединительной ткани.
4. Печёночные трабекулы из соединительной ткани
5. Печёночный проток
6. Печёночные артерии
7. Печёночная воротная вена
8. Жировые включения между печёночными балками из печёночных клеток.

Рисунок 3.5. Сагиттальный срез селезёнки мальмы из р. Светлая в 2011г. с обилием трабекул. Увеличение ок.10х об. 40х.

Рисунок 3.6. Сагиттальный срез селезёнки мальмы с трабекулярным строением селезёнки. Увеличение ок. 10х об. 40х.

Рисунок 3.7. Сагиттальный срез селезёнки мальмы, обзорное фото, видна трабекулярная структура селезёнки.

Пояснения к рисункам 3.5-7:
1. Трабекулы селезёнки
2. Белочная оболочка селезёнки
3. Обильное количество лейкоцитов в селезёнке.

Печень является не только основным, депонирующим и синтезирующим органом, но также и органом через который выводятся все токсические вещества, попадающие в живой организм. По степени дистрофических изменений в печени мальма из р. Светлая может быть отнесена к нескольким классам: к 1, 2 и 3 классам (за счёт разнообразия аномалий, но их не большого количества), таблица 7, рис. 3 (1-4).

Таблица 7 - **Количество молоди в выборке с печенью по разным классам в р. Светлая, Камчатка в 2011 г.**

Количество изученной рыбы, шт.	**1 класс**		**2 класс**		**3 класс**		**4 класс**	
	шт.	**%**	**шт.**	**%**	**шт.**	**%**	**шт.**	**%**
13	1	7,69	9	69,23	3	23,08	0	0

Возможно, потенциальные изменения в печёночной паренхиме, в начальной стадии, присутствуют у всех особей мальмы, рис. 3 (1-4), таблица 6, но лишь неблагоприятные условия среды способствуют их развитию и общей деградации печёночной ткани у мальмы, таблица 7, как это наблюдали у мальмы из р. Светлая.

Изменения в печёночной ткани у мальмы из р. Светлая свидетельствует о негативном воздействии окружающей среды на организм рыб, но без далеко зашедших дистрофических изменений во внутренних органах рыб. В р. Светлая по степени деградации печёночной ткани рыбу можно отнести, в основном, ко 2-му классу, когда процессы изменений в печёночной паренхиме носят негативный,

устойчивый характер, но не оказывают катастрофического воздействия на жизнедеятельность рыб, не влияя на их воспроизводительные способности.

Возможно, количество нормальных функционирующих печёночных клеток проявляются при экстремальных условиях, связанных с загрязнением водоёма, из которого сделана выборка рыбы, как активный иммунный ответ организма мальмы.

Воплощение результатов. Рекомендации. На основании проведённых исследований, при анализе субпопуляции мальмы из р. Светлая, можно сделать вывод, что эта субпопуляция была однородна по уровню изменений физиологических особенностей, проявившихся на гистологических срезах печени, жабр и селезёнки. Все наблюдаемые изменения во внутренних органах мальмы из р. Светлая позволяют идентифицировать мальму, как подвергавшуюся геохимическому или другому воздействию. По процентному количеству мальмы из такой популяции возможно оценивать ущерб, наносимый биологическим ресурсам исследуемой реки путём интерпретации количественной выборки мальмы на всю популяцию при репрезентативной выборке: в р. Светлая это около 1% выборки, по предварительным данным.

Литература

Метальникова К.В. 2009. Способ оценки молоди чавычи перед выпуском по гистологическому строению её печени.// Тез. Докл. Межд. науч. Конф. «Инновационные технологии аквакультуры» 21-22 сентября 2009г., г. Ростов-на-Дону - Ростов-на-Дону-С. 95-98.

Метальникова К.В. 2013. Гистологическое исследование некоторых внутренних органов мальмы при техногенном воздействии из разных рек в сравнении, Камчатка // Матер. XIV международной научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей», посвященной 100-летию со дня рождения известного дальневосточного учёного, доктора биологических наук, профессора В.Я. Леванидова, 14-15 ноября 2013 г. Петропавловск-Камчатский, 2013.

Метальникова К.В. Применение гистологии при оценке молоди рыб по состоянию печени в период созревания на примере гольцов// Рыбоводство и рыбное хозяйство - 2014. - №11.

Челидзе П.В., Зацепина О.В. 1988. Морфофункциональная классификация ядрышек//Успехи современной биологии.1988. Т.105, вып.2. 75-252.

Anatskaya O.V., Vinogradov A.E., Kudryavtsev B.N. 1994. Hepatocyte polyploidy and metabolism life history traits: hypothests testing J. Theory. Biol. 1994. Vol.168. P. 191-85.

Woznicki P., Kuzminski H., 2002: Chromosome number and erythrocyte nuclei length in triploid brook trout (*Salvelinus fontinalis*)/ Caryologia. V.55 (4) P.295-298.

ABSTRACT. On the basis of the conducted research, the subpopulation of malma, from R. Svetlaya, Kamchatka, was homogeneous by the level of changes in physiological characteristics. Interest amount malma, of such population, to assess possible damage to the natural or man-made impact to biological resources of the studied river by interpreting quantitative malma sample to the entire population when a representative sample: R. Svetlaya is about 1% of the sample, according to preliminary data.

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КУЛЬТИВИРУЕМОГО САХАЛИНСКОГО ТАЙМЕНЯ *PARAHUCHO PERRYI* BREVOORT, 1856)

Е.В. Микодина, А.Г. Новосадов
Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), Москва, mikodina@vniro.ru

В настоящее время общепризнанно, что получение потомства и выпуск искусственной молоди рыб – объектов искусственного воспроизводства, в естественные водоёмы ареала для сохранения или поддержания их численности в природе, требует наличия маточных стад. Опыт выращивания маточного стада редкого вида пресных вод о. Сахалин – сахалинского тайменя *Parahucho perryi* (Brevoort), обобщён нами ранее (Микодина, Любаев, 2005). Однако в настоящее время стадо утрачено, хотя в оз. Тунайча, расположенном на юго-востоке Сахалина этот вид ещё вылавливается единичными экземплярами, по-видимому, осваивая бассейн озера для нереста (впадающие в озеро малые реки) в начале мая, и нагула. В естественном состоянии его молодь и половозрелых рыб ловят и весной, и осенью, что может составить основу как для формирования нового маточного стада, так и для получения потомства в искусственных условиях.

В этой связи представляют интерес классические данные не только по биологии сахалинского тайменя в пресных водах юго-востока Сахалина, но и его физиологические и, особенно, морфометрические показатели. Последнее нам представляется особенно важным в связи с изменениями пропорций тела и внутренних органов (гонад), выявленных нами ранее (Микодина, Любаев, 2005). Эти предпосылки и составили цель настоящего исследования.

Материал и методы

Биологические анализ 25 производителей (14 самок и 11 самцов) сахалинского тайменя из маточного стада проводили на Охотском лососевом рыбоводном заводе (зелёный цех) 10 октября 2003 г. Этот завод расположен на р. Ударница, являющейся одной из рек водосборного бассейна для оз. Тунайча. Возраст исследованных рыб известен точно, поскольку их выращивали в искусственных условиях с момента осеменения, и составил 7+. При проведении анализов описывали габитус и учитывали аномалии строения. Измерения проводили штангенциркулем. Морфометрические показатели рассчитывали по общепринятым методам для пресноводных рыб (Правдин, 1966), используя пакет прикладных программ для PC Microsoft Excel. Фотографии культивируемых рыб сделаны в заводских условиях в 2003 г., диких – после вылова в оз. Тунайча в 2001 г. с помощью камеры Canon. Авторы приносят благодарность А.В. Преснякову за измерения рыб.

Результаты и обсуждение

Сахалинский таймень в пределах Российской Федерации обитает в бассейне Японского моря: Приморье, о. Сахалин, в японских водах о. Хоккайдо и, возможно, северной части о. Хонсю, на южных Курильских островах (Золотухин и др., 2000). В англоязычных источниках этот вид называют японским тайменем, в русских изданиях – сахалинский таймень, дальневосточная чевица, гой. В отечественной и, особенно, зарубежной научной литературе сведения о сахалинском таймене скудны вследствие его малочисленности и небольшого ареала. Даже обновлённая страничка вида во Всемирном электронном издании Fishbase.org содержит ограниченное число сведений (Froese and Pauly, 2015). Сахалинский таймень является объектом отечественной и региональных Красных книг, а также Красного списка Международного союза охраны природы (МСОП–IUCN Red List), хотя есть мнение об ошибочности внесения этого вида в Красную книгу Сахалинской области (Золотухин, Семенченко, 2008; Семенченко, Золотухин, 2011). По данным МСОП, его численность находится в критическом состоянии (A4abed) при высокой степени уязвимости (79 из 100) (Froese and Pauly, 2015).

Различные аспекты биологии этого редкого вида сем. Лососевых (Salmonidae) в наибольшей степени изучена российскими и японскими исследователями, причём в самостоятельный род выделен относительно недавно (Глубоковский, 1990, 1995). Так, филогенетический индекс разнообразия сахалинского тайменя – PD_{50} = 1,0000 (0,5–2,0) (Faith et al., 2004). Видовая устойчивость к внешним воздействиям очень низкая, минимальное время удвоения популяции составляет более 14 лет, известный максимальный возраст по данным Froese and Pauly (2015) – 16 лет, по другим – 19 лет (Рыбы в заповедниках …, 2010), возможно – более 25 лет (Золотухин, Семенченко, 2008). Изучены рост и распространение сахалинского тайменя в российских дальневосточных речных бассейнах и в Японии (Золотухин, Семенченко, 2008), эффективность размножения и характеристика молоди (Семенченко, Золотухин, 2011). В статье А.Ю. Семенченко и С.Ф. Золотухина (2011) приведены сведения о биологии сахалинского тайменя в прибрежье упомянутых выше японских островов.

Известно о разведении этого вида Сахалине в лабораторных и заводских условиях (Кораблина, Иванова, 2001), что стало основой для формирования маточного стада на Охотском лососевом рыбоводном заводе юго-восточного Сахалина (Микодина, Любаев, 2005).

Некоторые морфометрические и счетные признаки дикого сахалинского тайменя изучали для сравнения двух популяций этого вида в Приморье, а также при выяснении наличия полового диморфизма в этих популяциях (Парпура, 1990). О.Ф. Гриценко и А.А. Чуриков (1980) считали, что сахалинский таймень отличается стабильностью меристических признаков и слабо выраженным половым диморфизмом. В весьма детальном описании биологии сахалинского тайменя в ареале, приведенном в кандидатской диссертации А.А. Юрченко (2015), новых данных по морфометрии не приведено.

По нашим данным, культивируемые на Охотском лососевом рыбоводном заводе Сахалина самки сахалинского тайменя в возрасте 7+ достигли массы 2016,6±168,16 (1550–2440) г при длине TL 59,9±1,88 (55–63,5) см, самцы, соответственно, 2135,1±227,17 (1200–2520) г. и 61,6±1,83 (52,5–66,0) см. Для самцов это соответствует известному для вида диапазону длин (от 50 до 200 см и более) (Рыбы в заповедниках …, 2010; Masuda et al., 1984; Fadeev, 2005). Сравнение размеров дикого сахалинского тайменя из разных участков ареала, включая не только о. Сахалин (р. Богатая, р. Тымь, зал. Ныйский, Вавайские озёра), но и северное Приморье (бухта Датта) и о. Хоккайдо (Гриценко, 2002; Промысловые рыбы …, 2006) с выращенными в заводских условиях особями, исследованными нами, показывает, что в возрасте 7 лет последние достигали длины, близкой к рыбам из Ныйского залива, а в расположенных также на юго-востоке Сахалина Вавайских озёрах – они почти на 40% короче. Что касается возможно максимальной массы сахалинского тайменя, то в Приморье ранее регистрировали поимки особей массой более 60 кг (Золотухин, Семенченко, 2008).

Нерест сахалинского тайменя на юго-востоке Сахалина приходится на май, что соответствует периоду половодья. Нерестовые реки этого региона относятся к гидрокарбонатно-хлоридному классу, преобладание переходит к группе Mg, Na (Ресурсы …, 1964). Небольшая минерализация воды рек обусловливает и её малую жесткость — от 0,2 до 1,5 мг-экв/л.

В период проведения настоящего исследования – начале октября, ГСИ рыб был невысок: 1,4 (0,33–2,18)% у самок и почти вдвое меньше у самцов – 0,75 (0,53–1,31), т.к. прошло более 5 месяцев со времени нерестового периода (начало мая). 70% самок имели III стадию зрелости яичников, 91% самцов – II стадию зрелости семенников. Балл ожирения кишечника у самок составил в среднем 3,4 (2–4), у самцов – 3,5 (3–4), что естественно при одинаковом режиме кормления и используемых марках комбикормов в условиях культивирования. Вследствие этого содержание глюкозы в крови у самок и самцов было сходным: 1,2 (0-1,8) и 1,1 (0-1,8) ммоль/л, соответственно. Низкий уровень сахара крови, полагаем, обусловлен недостаточным кормлением, ибо в октябре на Охотском лососевом заводе ещё нет таких объектов для кормления как тихоокеанские лососи. Кроме того, октябрь на Сахалине более теплый месяц (средняя температура воздуха около 13 °С, число солнечных дней 13-14), чем, например, в средней полосе России, что определяет достаточно высокий уровень метаболизма у сахалинского тайменя как пойкилотермного вида. По нашим данным, дикие особи из бассейна оз. Тунайча как до начала ската тихоокеанских лососей весной, так и осенью питаются трехиглой и девятииглой колюшками, миногой, малоротой корюшкой, круглыми червями, креветкой, гаммарусом. Иванова О.В. указывает (Ivanova, 2002), что в период ската лососей р. Oncorhynchus сахалинский таймень использует в пищу их молодь.

У выращенного в заводских условиях сахалинского тайменя впервые оценивали его габитус (habitus – лат.). Этот показатель широко используется не только в медицине и общей биологии (Захаров и др., 2001), но и в ихтиологии

(Савваитова и др., 1995; Микодина, Пукова, 2002; Пресняков и др., 2010). Известно (http://medical-enc.ru/4/habitus.shtml), что габитус (или хабитус) человека и животных зависит от конституциональных особенностей организма, пола, возраста, наследственности, а также таких факторов, как питание, профессия, занятия физкультурой и пр. На habitus отражаются степень физического развития и состояние здоровья особи. При некоторых заболеваниях внешний вид человека или животного может резко изменяться. Например, у человека при злокачественных новообразованиях наблюдаются явления кахексии, при тиреотоксическом зобе — пучеглазие и др. Изменения осанки у человека или формы тела у животного происходят при различных заболеваниях позвоночника (например, при спондизёзе), периферической нервной системы (например, при ишиасе), воздействии токсикантов и др.

Габитус изученных особей сахалинского тайменя демонстрирует признаки выращивания в искусственных, т.е. депривированных, условиях, а именно в рыбоводных бассейнах. У 18% рыб деформированы грудные плавники, что часто встречается у культивируемых рыб, у 100% – видоизменена форма головы. В частности, головной конец клювовидно деформирован таким образом, что, начиная от области заднего края жаберных крышек, голова наклонена вниз (рисунок). Свойственный хищникам конечный рот преобразован в полунижний. Эти аномалии габитуса могут свидетельствовать о длительном питании сахалинского тайменя в искусственных условиях захватываемыми у дна гранулами комбикорма.

Рисунок - **Форма головы сахалинского тайменя в возрасте 7+ из маточного стада Охотского рыбоводного завода (слева), нормальная форма головы и грудного плавника дикого сахалинского тайменя из оз. Тунайча (в центре и справа)**

Обнаруженные изменения габитуса сахалинского тайменя побудили нас исследовать ряд морфометрических показатели самок и самцов этого вида. Наиболее вариабельный признак – один, которым является высота грудного плавника у самцов, в то время как у самок её коэффициент вариации в пределах нормы (табл. 1, 2). У особей обоих полов сильно варьирует горизонтальный диаметр глаза и относительные размеры жирового плавника. Выявленная статистическая разнокачественность признаков соотносится с деформацией плавников и головы, обнаруженных нами визуально. Кроме этого, высокий коэффициент вариации выявлен у самок по длине основания анального плавника, хвостового стебля и межглазничному расстоянию, у самцов – по длине основания и высоте спинного плавника и длине головы.

Таблица 1 **- Морфометрические показатели восьмилетних самок сахалинского тайменя, выращиваемого в условиях Охотского лососевого рыбоводного завода «от икры», 05.10.2003 г.**

Показатель	n	M± m	min	max	σ	CV
Общая длина (*TL), см*	14	59,9±0,62	55,0	63,5	2,33	3,89
в % *TL*						
Длина по Смитту *(SL)*	14	97,9±0,18	96,7	98,4	0,68	0,69
Длина до конца чешуйного покрова (*AD*)	14	92,6±0,25	91,1	94,1	0,92	0,99
Антедорсальное расстояние *(aD)*	14	47,2±0,19	46,3	48,7	0,69	1,47
Антевентральное расстояние (*aV*)	14	52,4±0,31	49,6	54,1	1,15	2,19
Антеанальное расстояние *(aA)*	14	72,1±0,25	70,0	73,7	0,95	1,32
Постдорсальное расстояние (*PD*)	14	35,4±0,27	33,6	36,7	1,02	2,89
Длина хвостового стебля (*lcaud)*	14	12,6±0,22	11,4	14,3	0,82	6,52
Наименьшая высота тела (*h*)	14	6,8±0,07	6,3	6,9	0,25	3,74
Наибольшая высота тела (*H*)	14	16,6±0,26	14,8	18,4	0,97	5,81
Длина основания спинного плавника (*lD*)	14	8,6±0,13	7,6	9,4	0,97	5,81
Высота спинного плавника (*hD*)	14	9,9±0,14	9,3	10,9	0,53	5,32
Длина основания анального плавника (*lA*)	14	7,6±0,16	6,8	8,6	0,58	7,6
Высота анального плавника (*hA*)	14	9,4±0,12	8,5	9,92	0,46	4,94
Высота грудного плавника (*hP*)	4	10,8±0,11	10,2	11,0	0,39	3,66
Высота брюшного плавника (*hV*)	14	8,5±0,16	7,2	9,15	0,58	6,85
Длина основания жирового плавника (*lad)*	14	2,7±0,07	2,4	3,4	0,29	10,55
Длина жирового плавника (*had*)	7	5,4±0,10	5,0	6,1	0,38	7,02
Пектовентральное расстояние (*lPV*)	14	31,9±0,21	29,8	32,8	0,79	2,48
Вентроанальное расстояние (*lVA*)	14	20,4±0,17	19,1	21,4	0,63	3,06
в % *c*						
Длина головы (c), см	14	13,2±0,13	12,3	14,0	0,49	3,72
Длина рыла (*ao*)	14	32,5±0,28	31,3	34,1	1,05	3,23
Длина верхнечелюстной кости (*lmx*)	14	48,2±0,50	45,3	51,9	1,88	3,91
Высота головы (*cH*)	14	62,3±0,71	55,4	65,9	2,66	4,26
Горизонтальный диаметр глаза (o)	14	11,5±0,22	10,0	13,1	0,84	7,27
Межглазничное расстояние (*io*)	14	36,7±0,59	33,8	43,4	2,22	6,06

Таблица 2 - **Морфометрические показатели восьмилетних самцов сахалинского тайменя, выращиваемого в условиях Охотского лососевого рыбоводного завода «от икры», 05.10.2003 г.**

Показатель	*n*	*M± m*	*min*	*max*	*σ*	*CV*
Общая длина (*TL), см*	11	61,6±1,01	52,5	66,0	3,36	5,45
в % *TL*						
Длина по Смитту *(SL)*	11	97.7±0,19	97.6	98.3	0.62	0.64
Длина до конца чешуйного покрова (*AD*)	11	92,2±0,20	97,1	93,6	0,66	0,71
Антедорсальное расстояние *(aD)*	11	47,3±0,26	45,5	49,2	0,86	1,82
Антевентральное расстояние (*aV*)	11	52,2±0,42	49,6	53,3	1,38	2,34
Антеанальное расстояние *(aA)*	11	71,9±0,41	70,5	74,2	1,36	1,89
Постдорсальное расстояние (*PD*)	11	35,2±0,40	34,1	37,4	1,34	3,81
Длина хвостового стебля (*lcaud)*	11	12,6±0,20	11,2	13,6	0,67	5,32
Наименьшая высота тела (*h*)	11	6,7±0,08	6,3	7,1	0,26	3,94
Наибольшая высота тела (*H*)	11	16,5±0,23	15,5	17,5	0,76	4,69
Длина основания спинного плавника (*lD*)	11	8,9±0,19	7,6	9,7	0,64	7,13
Высота спинного плавника (*hD*)	11	9,8±0,22	7,9	10,5	0,72	7,36
Длина основания анального плавника (*lA*)	11	8,0±0,13	7,0	8,5	0,43	5,44
Высота анального плавника (*hA*)	11	9,4±0,11	8,5	10,2	0,38	4,02
Высота грудного плавника (*hP*)	6	8,3±0,62	5,9	11,1	2,06	24,81
Высота брюшного плавника (*hV*)	10	8,7±0,14	7,8	9,4	0,45	5,17
Длина основания жирового плавника (*lad)*	11	3,0±0,10	2,46	3,55	0,32	10,84
Длина жирового плавника((*had*)	5	5,4±0,15	4,6	5,8	0,49	9,09
Пектовентральное расстояние (*lPV*)						
Вентроанальное расстояние (*lVA*)	11	31,2±0,32	29,3	32,4	1,07	3,42
в % *c*						
Длина головы (c), см	11	13,5±0,28	11,3	14,7	0,92	6,80
Длина рыла (*ao*)	11	32,7±0,55	28,2	34,4	1,84	5,61
Длина верхнечелюстной кости (*lmx*)	11	48,6±0,49	46,5	52,8	1,64	3,38
Высота головы (*cH*)	11	63,7±0,63	59,9	67,2	2,08	3,26
Горизонтальный диаметр глаза (o)	11	11,5±0,27	9,5	12,4	0,91	7,92
Межглазничное расстояние (*io*)	9	35,9±0,39	34,8	39,2	1,28	3,57

Полученные данные будут полезны для контроля соответствия условий содержания сахалинского тайменя в искусственных условиях, в частности адекватной плотности посадки половозрелых особей и конфигурации бассейнов, что позволит избежать возникновения аномалий строения, вызванных депривированными условиями.

Литература

Глубоковский М.К. 1990. Эволюционная биология лососевых рыб. Автореф. дис. … д-ра биол. наук. Владивосток, 48 с.

Глубоковский М.К. 1995. Эволюционная биология лососевых рыб. М.: Наука, 345 с.

Гриценко О.Ф., Чуриков А.А. 1980. Географическая и размерная изменчивость сахалинского тайменя Hucho perryi (Brevoort) // Лососевидные рыбы. Л.: Наука. С. 92–100.

Гриценко О.Ф. 2002. Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел). М.: Изд-во ВНИРО. 248 с.

Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К. 2001. Здоровье среды: методы и практика оценки в Москве. М.: Центр экологической политики России, 68 с.

Медицинская энциклопедия. 2016. http://medical-enc.ru/4/habitus.shtml. Дата обращения к ресурсу 28.03.2016.

Золотухин С.Ф., Семенченко А.Ю. 2008. Рост и распространение сахалинского тайменя Hucho perryi (Brevoort) в речных бассейнах // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Вып. 4. Владивосток: Дальнаука. С. 317–338.

Золотухин С.Ф., Семенченко А.Ю., Беляев В.А. 2000. Таймени и ленки Дальнего Востока России. Хабаровск. 128 с.

Кораблина О.В., Иванова Л.В. 2001. Опыт разведения сахалинского тайменя Hucho perryi (Brevoort, 1856) на лососевых рыбоводных заводах и в лабораторных условиях // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 1. С. 359–366.

Микодина Е.В., Любаев В.Я. 2005. Выращивание маточного стада сахалинского тайменя Parahucho perryi (Brevoort) на лососевых заводах юго-восточного Сахалина // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности. Сб. науч. трудов ГНУ ВНИИР и РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Т. 3. С. 195–212.

Микодина Е.В., Пукова Н.В. 2002. Методические указания по изучению фенодевиантов семенников у дальневосточных лососей. М.: Экономика и информатика. 93 с.

Парпура И.З. 1990. Сравнительное морфобиологическое описание сахалинского тайменя из вод северного Приморья // Биология шельфовых и проходных рыб. Владивосток: ДВО АН СССР. С. 39–46.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищ. пром-сть. 1987. 376 с.

Пресняков А.В., Микодина Е.В., Макоедов А.Н. 2010. Опыт оценки здоровья сиговых рыб Тазовской и Обской губ двумя фенетическими методами // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб. Мат-лы Седьмого международного научно-производственного совещания (Тюмень, 16-18 февраля 2010 года). Тюмень: Госрыбцентр, 2010. С. 140–144.

Промысловые рыбы России. 2006. Гриценко О.Ф., Котляр А.Н., Котенев Б.Н. (ред.). В 2-х томах. М.: Изд-во ВНИРО. Т. 1. С. 278–280.

Рыбы в заповедниках России. 2010. В двух томах. (ред. Решетников Ю.С.). Т. 1. Пресноводные рыбы. М.: Т-во научных изданий КМК. 627 с.

Савваитова К.А., Чеботарева Ю.В., Пичугин М.Ю., Максимов С.В. 1995. Аномалии в строении рыб как показатели состояния природной среды // Вопр. ихтиологии. Т. 35. № 2. С. 182–188.

Семенченко А.Ю., Золотухин С.Ф. 2011. Эффективность воспроизводства сахалинского тайменя Parahucho perryi в реках острова Сахалин и стратегия его охраны // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Вып. 5. Владивосток: Дальнаука. С. 472–482.

Юрченко А.А. 2015. Генетическая структура популяций сахалинского тайменя Parahucho perryi (Brevoort) и вопросы природоохранной генетики вида. Дисс. … канд. биол. наук. М.: ИОГЕН, 168 с.

Ivanova L.V. 2002. Sakhalin taimen Hucho perryi (Brevoort) feeding on young salmon from genus Oncorhynchus // Abst. Joint Meeting on Causes of Marine Mortality of Salmon in the North Pacific and North Atlantic Oceans and in the Baltic Sea (IBSFC, ICES, NASCO, NPAFC, PICES). March 14-15, 2002.Vancouver, B.C., Canada. P. 83.

Fadeev N.S. 2005. Guide to biology and fisheries of fishes of the North Pacific Ocean. Vladivostok, TINRO-Center. 366 p.

Faith D.P., C.A.M. Reid and J. Hunter. 2004. Integrating phylogenetic diversity, complementarity, and endemism for conservation assessment // Conser. Biol. V. 18. N 1. P. 255–261.

Froese R. and D. Pauly. Editors. 2015. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (10/2015), дата обращения к ресурсу 01.04.2016.

Masuda H., Amaoka K., Araga C., Uyeno T. and Yoshino T. 1984. The Fishes of the Japanese Archipelago. V. 1. Tokyo, Japan: Tokyo University Press. 437 p.

Ресурсы поверхностных вод СССР. 1964. Гидрологическая изученность. Т. 18. Дальний Восток. Вып. 3. Сахалин и Курилы. Л.: Гидрометеоиздат.

ABSTRACT. Biology data of Sakhalin taimen Parahucho perryi from the Tunaicha Lake wild conditions, as well as broodstock's males and females from the located in the southeast Sakhalin Okhotsk salmon hatchery, some physiological indicators and morphometric parameters were resulted. 26 morphometric parameters in males and females of cultivated Sakhalin taimen were studied. In autumn GSI were low: 1.4 (0,33-2,18)% in females and 0,75 (0,53-1,31) in males. Females (70%) had III ovarian maturity stage, 91% of male - II testis maturity stage. The blood glucose content in the females and males was similar: 1.2 (0-1,8), and 1.1 (0-1,8) mmol/l, respectively. Such changes in Sakhalin taimen habitus as the pectoral fins deformation and head malformations were detected. The females showed the CV increased in 6 features, in males – in 7, 3 features – are the same in both sexes. Visual anomalies correlate with the increasing in CV of respective morphometric parameters.

ИХТИОФАУНА РЕКИ ЛОЗЬВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЁ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

А.Г. Минеев, А.В. Лугаськов, М.Ю. Данилов
Уральский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», Екатеринбург, grc-ural@mail.ru

Река Лозьва - одна из крупных рек восточного склона Урала и вторая по протяженности на территории Свердловской области. Главными её особенностями по сравнению с большинством водотоков региона является то, что река сохранила свой естественный гидрологический режим, не подвержена, в настоящее время, значительному антропогенному воздействию. Благодаря этому в ней сохранились аборигенные популяции тугуна, тайменя, сибирского хариуса, кроме этого р. Лозьва играет определенную роль в воспроизводстве обского стада нельмы.

Первые исследования ихтиофауны р. Лозьва были проведены в 1930-е годы специалистами УралВНИОРХ (в настоящее время Уральский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр») и посвящены были в первую очередь изучению популяций ценных видов - тайменя, тугуна и нельмы, а также других видов, имевших промысловое значение (Ревнивых, 1939; Троицкая, 1962). В 1970-е годы осуществлялись работы по изучению возможностей повышения интенсивности промысла на р. Лозьва, исследовался видовой состав промышленных уловов и биологические особенности отдельных видов (результаты этих исследований находятся в фондах Уральского филиала ФГБНУ «Госрыбцентр»). В 1990-е годы и в начале нынешнего столетия проводились исследования влияния гидролизного производства и молевого сплава древесины на условия обитания гидробионтов (Лугаськов, Лугаськова, 1996; Лугаськов и др., 1997), а также выполнялись экспериментальные работы по искусственному воспроизводству тайменя и сибирского хариуса в бассейне р. Лозьва (Цурихин и др., 2013). Выполнялись работы посвященные изучению биологии тугуна (Лугаськов, 2009; Минеев, Лугаськов, 2013). Однако, несмотря на относительно большое количество публикаций, до настоящего времени отсутствуют сводки о видовом составе и структуре рыбного населения, а также характеристика текущей рыбопромысловой обстановки.

Целью настоящей работы является изучение особенностей структуры ихтиофауны р. Лозьва, закономерностей ее формирования и определение возможных направлений рыбохозяйственного использования этого водотока в современных условиях.

Для её реализации были поставлены следующие задачи: определить современный видовой состав ихтиофауны; изучить структуру рыбного населения и его динамику в пространственном и временном аспекте; оценить степень современного освоения и перспективу дальнейшего их использования.

Материал и методика

Материалом для настоящей работы послужили данные полученные в ходе проведения экспедиционных работ в период 1991-2015 гг. на участке р. Лозьва протяженностью 588 км, от устья р. Ахтыл до слияния рек Лозьвы и Сосьвы, а также на притоках Вижай, Ивдель, Котлия, Бол. Манья. Таким образом, исследования выполнялись по всей длине реки - практически от истоков до устья.

Отлов рыбы осуществлялся закидными неводами с шагом ячеи от 8 до 12 мм, ставными сетями с шагом ячеи от 12 до 80 мм, вентерями, любительскими крючковыми снастями. Также проводились визуальные наблюдения и сбор опросных сведений. Сведения по уловам за период 1949 – 1951 гг. взяты из статистической сводки (Лузанская, Савина, 1956), уловы за 1966-1974 гг. указаны по фондовым материалам Уральского филиала ФГБНУ «Госрыбцентр», за 2011-2015 гг. - приводятся по данным, предоставленным Департаментом по охране, контролю и регулированию использования животного мира Свердловской области.

Физико-географическая характеристика района исследования

Река Лозьва относится к Обь-Иртышскому бассейну и после слияния с р. Сосьва дает начало р. Тавда (рисунок 1). Водоток в верхнем течении имеет горный характер с высокими скоростями течения, обилием перекатов и ям под скалами; в среднем, и особенно в нижнем течении, с выходом на Западно-Сибирскую равнину, представляет собой типично равнинную реку. Верхняя часть бассейна расположена в горной области, горно-таежной зоне, средняя и нижняя части – в равнинной области, лесной зоне.

Река Лозьва характеризуется следующими гидрологическими параметрами: длина 637 км, площадь водосбора 17800 км², объем годового стока – 4,27 км^3.

По гидрологическим и гидрографическим характеристикам водоток условно можно разделить на 3 участка: верхний, горный (исток р. Лозьва - пос. Бурмантово), средний, полугорный (пос. Бурмантово – устье р. Лявдинка), нижний, равнинный (устье р. Лявдинка – устье р. Лозьва).

Результаты и обсуждение

По результатам наших наблюдений видовой состав ихтиофауны р. Лозьва в настоящее время включает 19 видов рыб и 1 вид круглоротых относящихся к 10 семействам (таблица). Видовые названия рыб приведены по книге «Атлас пресноводных рыб России» под редакцией Ю. С. Решетникова (2003).

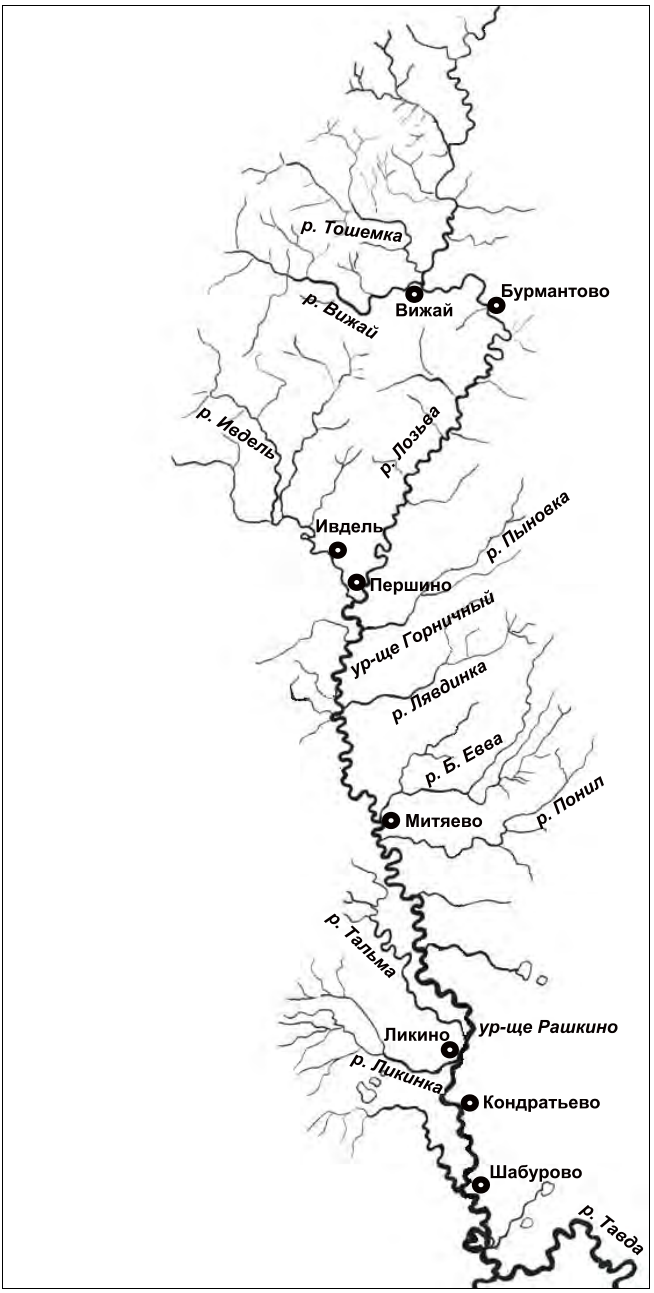


Рисунок 1 - **Схема бассейна реки Лозьва**

Таблица – **Видовой состав ихтиофауны р. Лозьва**

Семейство	№	Латинское название вида	Русское название вида	Верхнее течение	Среднее течение	Нижнее течение
1. Petromyzontydae	1	Lethenteron kessleri (Anikin, 1905)	Минога сибирская	*	-	-
2. Salmonidae	2	Hucho taimen (Pallas, 1773)	Обыкновенный таймень	**	*	-
3. Coregonidae	3	Coregonus tugun (Pallas, 1814)	Тугун	*	**	-
	4	Stenodus leucichtys nelma (Pallas, 1773)	Нельма	-	*	*
4. Thymallidae	5	Thymallus arcticus (Pallas, 1773)	Сибирский хариус	***	*	-
5. Esocidae	6	Esox lucius (Linnaneus, 1758)	Обыкновенная щука	*	**	**
6. Cyprinidae	7	Abramis brama (Linnaneus, 1758)	Лещ	-	*	***
	8	Alburnus alburnus (Linnaneus, 1758)	Уклейка	-	*	*
	9	Carassius auratus gibelio (Bloch, 1782)	Серебряный карась	-	*	*
	10	Carassius carassius (Linnaneus, 1758)	Золотой карась	-	*	*
	11	Gobio gobio (Linnaneus, 1758)	Пескарь	*	**	*
	12	Leuciscus idus (Linnaneus, 1758)	Язь	-	**	**
	13	Leuciscus leuciscus (Linnaneus, 1758)	Елец	**	***	***
	14	Phoxinus phoxinus (Linnaneus, 1758)	Гольян речной	*	-	-
	15	Rutilus rutilus (Linnaneus, 1758)	Плотва	*	**	***
7. Balitoridae	16	Barbatula toni (Dybowski, 1869)	Сибирский голец-усач	*	-	-
8. Cobitidae	17	Cobitis taenia (Linnaneus, 1758)	Щиповка	*	-	-
9. Lotidae.	18	Lota lota (Linnaneus, 1758)	Налим	*	**	**
10. Percidae	19	Gymnocephalus cernuus (Linnaneus, 1758)	Обыкновенный ерш	-	**	**
	20	Perca fluviatilis (Linnaneus, 1758)	Речной окунь	*	**	***

Примечание:
- не встречается
* - встречается единично
** - обычный вид
*** - основной вид в ихтиокомплексе

В связи с неоднородностью условий обитания на различных участках реки, выражающейся в высоком биотопическом разнообразии, видовой состав и структура ихтиокомплексов отличаются в верхнем, среднем и нижнем течении дополнительным присутствием или отсутствием нескольких видов. Четкой границы между участками не существует.

Для верхнего течения реки основными являются виды, приспособленные к жизни в условиях горных рек: сибирский хариус, обыкновенный таймень, елец, сибирский голец-усач, пескарь, в мелких притоках - речной гольян. Кроме типичных рыб-реофилов, на отдельных участках (ямы, старицы, курьи) встречаются обыкновенная щука, речной окунь, обыкновенный ерш, налим. Периодически в течение года – тугун, плотва, язь. Всего 13 видов рыб и 1 вид круглоротых. Рыбопродуктивность верхнего течения мала, а количество мест пригодных для ведения промышленного рыболовства очень ограничено. Данный отрезок реки, в первую очередь, представляет большой интерес для любительского и спортивного рыболовства благодаря постоянному обитанию хариуса и тайменя.

Структура ихтиоценоза среднего течения является переходной от комплекса типично горных видов к равнинным, благодаря этому рыбное население наиболее разнообразно в видовом отношении. Доминирующим по численности и ихтиомассе является елец. Тугун, щука, пескарь, язь, плотва, налим, ерш, окунь менее многочисленны, но встречаются повсеместно. Из видов-вселенцев обычным в составе рыбного сообщества стал лещ и впервые в 2015 г. единично отмечалась уклейка. Также встречаются виды характерные для горной части – хариус и таймень, первый из них распространен до устья р. Ивдель, второй - вплоть до пос. Митяево, а иногда и ниже по течению. В среднем течении расположены места нереста нельмы, которая заходит из рек Иртыш и Обь, часть её стада, по-видимому, обитает в реке постоянно.

Среднее течение р. Лозьва, ввиду относительно низкой рыбопродуктивности, представляет интерес в основном, для любительского и спортивного рыболовства и в меньшей степени для промысла.

В структуре рыбного населения нижнего течения р. Лозьва доминируют виды типичные для равнинных рек: плотва, лещ, окунь. Обычными для данного участка являются щука, елец, язь, налим, ерш. Нижнее течение р. Лозьва характеризуется большими рыбными запасами относительно верхних участков. В низовье реки традиционно осуществляется промышленный лов рыбы, наряду с этим широко распространено любительское и спортивное рыболовство.

Следует отметить, что количество учтенных видов в верхнем и нижнем течении реки одинаково, но их численность на нижнем участке гораздо выше и формирует промысловые запасы. В верхнем течении для ряда видов (язь, тугун, пескарь, плотва) характерна невысокая численность или только временное присутствие в водотоке. Высокое видовое разнообразие ихтиофауны в верхнем участке реки во многом обусловлено сезонными миграциями рыб равнинного комплекса (щука, язь, окунь, плотва) в реку из небольших водоемов с водосборных

территорий рек Ахтыл, Устия, а также из относительно крупных озер – Ушминское, Елесинское, Простатур, связанных с р. Лозьва небольшими протоками (Лугаськов, 2009).

За период с начала проведения ихтиологических исследований (1930-е годы) до настоящего времени структура и видовой состав рыбного населения р. Лозьва претерпели изменения, обусловленные в первую очередь влиянием хозяйственной деятельности человека. Основными неблагоприятными факторами воздействия на среду обитания гидробионтов являлись: химическое загрязнение воды, связанное с молевым сплавом леса и гидролизным производством, изменение гидрологического режима, обусловленное массовой вырубкой лесов на водосборе.

Негативное воздействие ухудшения условий жизни в сочетании с интенсивным браконьерством в наибольшей степени оказало влияние на популяции нельмы, тайменя, тугуна, хариуса, а также стерляди, которая в настоящее время в р. Лозьва не встречается. Из перечисленных видов только популяция сибирского хариуса находится в относительно благополучном состоянии, остальные оказались под угрозой исчезновения и занесены в Красную книгу Свердловской области (2008) и Красную книгу Российской Федерации (2001). Восстановление их численности, по-видимому, возможно только при условии проведения мероприятий по искусственному воспроизводству в сочетании с усилением мер охраны от браконьерского вылова, особенно в период нереста.

Наряду со снижением численности популяций ценных видов рыб, в составе ихтиофауны со второй половины прошлого столетия появился лещ, который в настоящее время, по нашей оценке, является одним из наиболее многочисленных видов в нижнем течении реки. Вторым новым видом для ихтиофауны бассейна р. Лозьва является уклейка, ранее она отмечалась в р. Тавда, где настоящее время натурализовалась. (Минеев и др., 2014). Уклейка может занимать сходные с тугуном биотопы и дополнительно увеличить пищевую конкуренцию в летний период в местах концентраций ельца и тугуна.

Анализ статистики уловов рыбы показывает, что с середины прошлого века по сегодняшний день происходило их снижение: в период 1949-1951 гг. среднегодовой улов составлял 43,730 т; в период 1966-1974 гг. – 31,056 т; в период 2011-2015 гг. – 13,187 т. Следует также отметить, что в период 2011-2015 гг. около 60% официально выловленной рыбы пришлось на любительское и спортивное рыболовство, а в предыдущие, рассматриваемые временные интервалы вся добыча базировалась исключительно на промышленном рыболовстве.

В статистике уловов за вышеуказанные периоды отмечено семь видов рыб: нельма, щука, плотва, язь, окунь, лещ, ерш. С 1960 г. в уловах не фиксировалась нельма в связи с падением численности и введением запрета на вылов. Лещ, которого не было в р. Лозьва в середине прошлого века, в настоящее время появился в промысловой статистике. Структура уловов в разные периоды существенно различалась: в период 1949-1950 гг. доминировали плотва и налим, в период 1966-1974 гг. ведущее место занимала плотва, в настоящее время практически в равных

пропорциях вылавливаются плотва, щука, язь, окунь (рисунок 2). Таким образом, как в прошлом, так и сейчас промысел базируется на добыче малоценных видов рыб. Исследования, проведенные, в 1970-х годах Уральским отделением ГосНИОРХ показали, что возможный вылов рыбы мог составлять в Гаринском районе (традиционно основной район промысла в нижнем течении) 50-60 т в год, что позволяет оценить уровень добычи в 1950-х годах как оптимальный. Современные рыбные запасы, по нашему мнению, могут обеспечить сопоставимый уровень промысла.

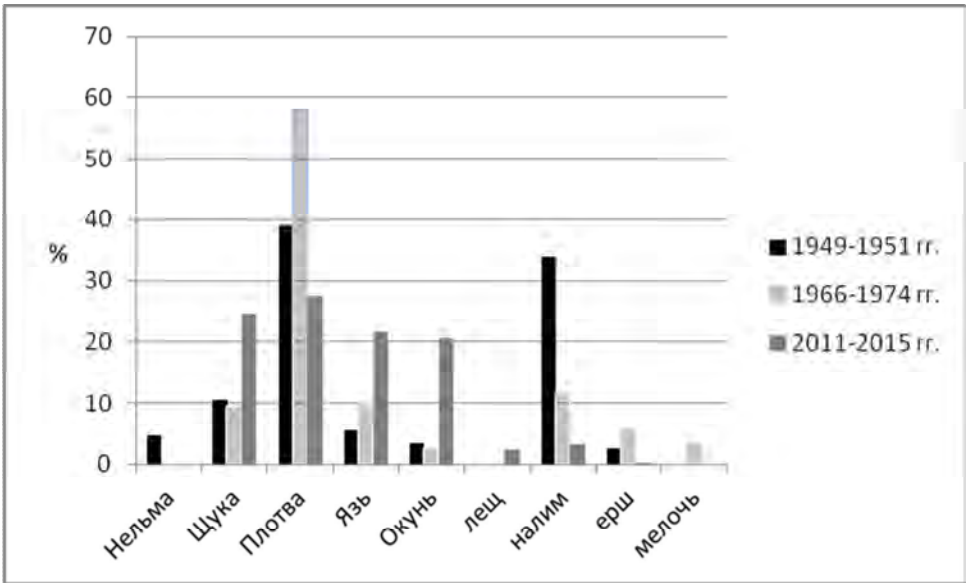


Рисунок 2 - **Динамика качественного состава уловов рыбы в р. Лозьва в разные периоды**

Падение добычи, по-видимому, обусловлено в первую очередь низкой рентабельностью промысла. За последние 50 лет произошло многократное снижение численности населения Ивдельского и Гаринского районов Свердловской области, которое было задействовано в промысле и частично потребляло добытую рыбу. Это делает практически невозможным, в настоящее время, организацию рыболовецких бригад из числа местных жителей. Районы, где традиционно велось рыболовство, являются труднодоступными - в период открытой воды транспортное сообщение осуществляется по реке, а зимой по зимникам. Основные возможные потребители находятся в нескольких сотнях километров от мест промысла (города Серов, Ивдель, Краснотурьинск), что при условии нерегулярного транспортного сообщения увеличивает стоимость доставки продукции. Объекты рыболовства (щука, окунь, плотва, язь, лещ) не имеют большой рыночной цены. Таким образом, высокие затраты на добычу, хранение и транспортировку в сочетании с невысокой

ценой продукции, обусловливают низкую рентабельность рыболовства в р. Лозьва и нежелание пользователей угодий осуществлять масштабный лов.

Кроме экономических причин, на сегодняшний день существуют и административные препятствия для ведения промысла, которые, по-видимому, отчасти обусловили падение уловов в период 2011-2015 гг. В течение последних нескольких лет в Свердловской области не проводятся конкурсы на закрепление рыбопромысловых участков, в то время как старые договоры у некоторых пользователей закончились. Вследствие этого лица желающие осуществлять лов рыбы на законных основаниях не имеют такой возможности.

В отсутствие организованного промышленного лова, широкое распространение на р. Лозьва в период 2000-2015 гг. получило любительское и спортивное рыболовство. Организованное любительское и спортивное рыболовство осуществлялось на двух участках в нижнем течении реки и на одном в верхнем течении. Официальный вылов рыбы данным видом рыболовства в период 2011-2015 гг. составлял в среднем 9,338 т, в том числе: щука – 1,890 т, плотва – 2,000 т, язь – 1,938 т, окунь – 1,954 т, налим – 0,840 т, хариус – 0,232 т, прочие виды -0,484 т.

Браконьерский лов, по нашей оценке, ежегодно изымает несколько десятков тонн рыбы, в том числе, виды водных биоресурсов добыча, которых запрещена (таймень, нельма, тугун). Таким образом, рыбные запасы в настоящее время осваиваются в основном, так называемым ННН-промыслом, а объем этого изъятия многократно превышает официальные уловы.

Повысить эффективность и одновременно рентабельность промышленного рыболовства могло бы снятие запрета на ведение, запорного лова (сплошное перегораживание водотока с последующим отловом скопившейся у загородки рыбы), который применялся в прошлом на небольших притоках и является экономически оправданным способом добычи в сложившихся условиях.

Одним из перспективных направлений рыбохозяйственного использования р. Лозьва могло бы стать развитие лицензионного лова сибирского хариуса и тайменя в верхнем течении водотока. Для этого, необходимо регулярно осуществлять мероприятия по их искусственному воспроизводству, требующие значительных капиталовложений, а также усилить охрану рыб.

Таким образом, можно констатировать, что освоение рыбных запасов, р. Лозьва, в настоящее время, ведется нерегулярно, а величина уловов значительно меньше, чем позволяют рыбные ресурсы водотока.

Выводы

- Видовой состав ихтиофауны р. Лозьва в настоящее время представлен 19 видами рыб и 1 видом круглоротых.
- За период 1937-2015 гг., произошло существенное снижение численности ценных видов рыб – обыкновенного тайменя, тугуна, нельмы, сибирского хариуса, полностью исчезла стерлядь. В составе ихтиофауны появилось

два новых вида – лещ и уклейка. Лещ акклиматизировался и является одним из основных компонентов ихтиоценоза нижнего течения реки.

- Для увеличения численности тайменя, нельмы, тугуна, сибирского хариуса необходимо усилить меры по их охране, а также проводить мероприятия по искусственному воспроизводству. Положительный опыт таких работ накоплен в ФГБНУ «Госрыбцентр».
- В настоящее время река Лозьва практически не осваивается промышленным рыболовством по причине его низкой рентабельности, и нерешенных вопросов административно-правового характера
- Для повышения эффективности промышленного рыболовства рекомендуется снятие запрета на ведение запорного (езового) лова.
- В качестве одного из направлений использования ихтиофауны верхнего течения предлагается развитие лицензионного лова хариуса и тайменя.

Литература

Атлас пресноводных рыб России. Т.1 / Под ред. Решетникова Ю. С. М. : Наука, 2003. 379 с.

Влияние молевого сплава и гидролизного производства на экологическое состояние бассейна р. Лозьва / Лугаськов А. В., Ярушина М. И., Лугаськова Н. В. и др. Екатеринбург: Ин-т экологии раст. и жив. УрО РАН, 1997. 99с. Деп. в ВИНИТИ 17.09.1997, 2865 В97.

Красная книга Российской Федерации (животные) / РАН; Гл. редкол.: В. И. Данилов-Данильян и др. — М.: АСТ: Астрель, 2001. 862 с.

Красная книга Свердловской области: животные, растения, грибы / Отв. ред. Корытин Н. С. Екатеринбург: Баско, 2008. 256 с.

Лугаськов А.В. Биология тугуна в бассейне р. Тавды // Проблемы и перспективы использования водных биоресурсов Сибири в XXI веке : материалы всероссийской конф. с международным участием, посвященной 100 летию Енисейской ихтиологической лаборатории (ФГНУ " НИИЭРВ"). (Красноярск, 8-12 декабря 2008 г.). Красноярск: ИПК СФУ, 2009 г. С. 327-332.

Лугаськов А.В. Ихтиофауна озер горной части Северного Урала //Проблемы изучения и охраны животного мира на Севере : Всерос. конф. с междунар. участием : материалы докл., 16-20 нояб. 2009 г., Сыктывкар. РАН, Коми НЦ, Ин-т биологии-Сыктывкар, 2009.-С. 184-187.

Лугаськов А.В., Лугаськова Н.В. Состояние популяции тугуна реки Лозьва после прекращения многолетнего молевого сплава // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири : материалы конф. По изучению водоемов Сибири. Томск,1996. С. 27-28.

Лузанская Д.И., Савина Н.О. Рыбохозяйственный водный фонд и уловы рыбы во внутренних водоемах СССР. Справочник. М., Ленинград, 1956.- 513 с.

Минеев А.Г., Воронин В.П., Оленев С.В., Ялковский С.В. Ихтиофауна бассейна реки Тавда и перспективы ее рыбохозяйственного использования // Рыбохозяйственные

водоемы России фундаментальные и прикладные исследования : материалы междунар. науч. конф., посвященной 100-летию ГОСНИОРХ. Санкт-Петербург, 2014. С. 555-564.

Минеев А.Г., Лугаськов А.В. Структура нерестового стада и плодовитость тугуна бассейна реки Тавда // Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб : материалы докладов 2-й междунар. науч. конф. (Санкт-Петербург, 16-18 апреля 2013 г.). Санкт-Петербург, 2013. С. 256-259.

Ревнивых А.И. О питании тайменя Hucho taimen (Pall.) в реке Лозьве // Тр. Уральского отделения ВНИОРХ. – Т. 1. – Свердловск, 1939. – С. 248–260.

Троицкая В.И. Тугун и нельма в реках Свердловской области // Охрана природы на Урале. 1962. Вып. 3. С. 51-61

Цурихин Е.А., Силивров С.П., Скворцов В.Н., Лугаськов А.В. Итоги искусственного разведения тайменя и сибирского хариуса в бассейне реки Лозьвы // Сб. науч. Тр. Уральского НИИ водных биоресурсов и аквакультуры. Екатеринбург: Уральский НИИ водных биоресурсов и аквакультуры, 2013. Вып. 12. С 122-126.

ABSTRACT. Article describes the modern species composition of the fish fauna of the Losva river, the structure of the fish population, its dynamics in spatial and temporal aspect. The analysis of statistics of the fisheries, estimated the level of modern development of fish stocks and the prospect of their further use.

ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ВИДА *CLARIAS BATRACHUS* LINNAEUS, 1758 ЮЖНОГО ВЬЕТНАМА

Д.А. Мирошниченко[1], Е.А. Флёрова[2]
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, [1]butka91@mail.ru; [2]katarinum@mail.ru

В странах Азии, в том числе и Вьетнаме, рыба является основным источником белка животного происхождения (Giri, S.S.). Кроме того, Вьетнам экспортирует свою рыбную продукцию в страны Европы, включая Россию (Иванова, Е.Е). В результате этого водные гидробионты добываются в больших масштабах. Поэтому в настоящее время очень важно переходить от промысла к рациональному рыбному хозяйству. Решение этой задачи не возможно без выявления экологических особенностей обмена веществ гидробионтов (Шульман, Г.Е.). Частным случаем решения данной задачи является изучение показателей обмена веществ лягушкового сома *Clarias batrachus,* представителя семейства *Clarias.* Во Вьетнаме эти рыбы являются объектом, как активного промысла, так и широкомасштабного культивирования в садковых хозяйствах (Ольшанский, В.М.). Это связано с тем, что данный вид обладает приятными органолептическими свойствами, характеризуется отсутствием межмышечных костей и чешуи. Кроме того C. batrachus содержат полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), которые играют важную роль в сердечно-сосудистой системе. Также в мышечной ткани представителей данного вида имеется большое количество незаменимых аминокислот (Giri, S.S.).

Для сравнительных эколого-физиологических исследований этот вид, интересен тем, что в естественных условиях по типу питания он является эврифагом. В спектр его питания входят: мелкая рыба, наземные и водные насекомые, в отсутствии корма животного происхождения в пищу используются водоросли. В хозяйствах сомов кормя, в основном, сорной рыбой и только состоятельные фермеры способны закупить корма произведённые на территории страны или закупленными за рубежом (Halwart, M.).

Известно, что разность в скорости роста, интенсивности воспроизводства отражает особенности обмена веществ и в совокупности с условиями обитания вида, влияют на соотношение продуктов обмена веществ в мясе рыбы. Половозрелость *Clarias batrachus* в естественных условиях наступает через 1-2 года, а в условиях аквакультуры сомы достигают половой зрелости уже через 6 месяцев. Также при искусственном разведении теряется сезонная периодичность размножения и сомы способны размножаться круглый год, а не только в сезон дождей (Ольшанский, В.М.).

Цель работы - изучить показатели обмена веществ в мышечной ткани *Clarias batrachus* Южного Вьетнама – как показатель пищевой ценности мяса рыбы.

Объект и методы исследования

Рыбу отлавливалась в сухой сезон 2010 года. Пробы отбирались в верхнем (станция 1), нижнем (станция 3) течении р. Кай и из водохранилища Суоичау (рисунок). Экземпляры из аквакультуры приобретали у фермеров садковых хозяйств, расположенных на нижнем течении р. Кай.

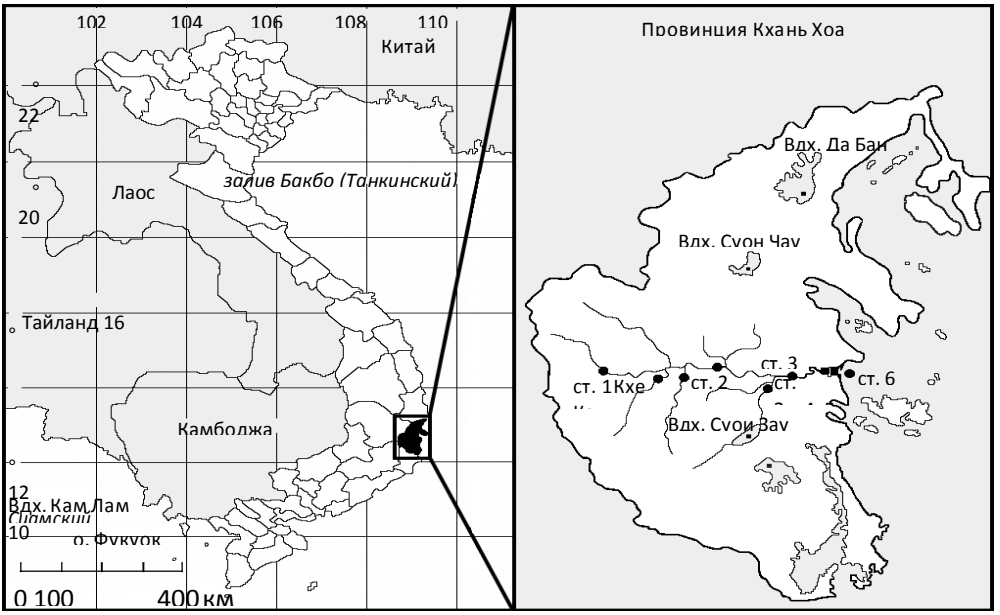


Рисунок – **Карта района исследования, предоставленная Н.В. Лобусом**

Река Кай является наиболее значительной для провинции Кханьхоа из протиающих рек по этой территории. Протяженность реки Кай около 80 км, водосборный бассейн составляет 1450-1900 км^2. Река берет начало в горах Гиа Ле и впадает в залив Нячанг Южно-Китайского моря. На станции 1 (12°16′09″/108°49′20″) ширина реки достигает 3 м, этот участок характеризуется быстрым течением, средняя температура воды 26,5 °С, pH = 6,7-7,3. На станции 3 (12°15′46″/109°06′34″) ширина реки достигает 400 м, течение слабое, средняя температура воды достигает 31,2°С, pH = 6,8-7,1. На мелководных заливах 35-43 °С. В нижнем течении построена дамба, препятствующая поступлению морских вод вверх по течению, в результате чего образуется эстуарий длинной 8 км, в котором соленость воды меняется в течение года. Водная растительность реки в целом не богатая. В реке обитает около 70 пресноводных рыб. Река Кай имеет большое хозяйственное значение для местного населения, она – основной источник водоснабжения г. Нячанг (Гусев Е.С.; Лобус Н.В.).

Водохранилище Суоичау расположено в северной части провинции Кханьхоа (12º38'С.Ш., 109º06'В.Д.) и относится к бассейну реки Онгаза. Площадь бассейна водохранилища составляет 0,6 км^2. Дно песчано-илистое, хорошо развита прибрежная и водная растительность. Имеет оросительное и питьевое значение. Температура воды колеблется в пределах 26-36 °С. (Гусев Е.С.)

В садковых хозяйствах средняя температура воды достигает 32,2 °С, pH = 7,8-8,1. Кормят рыбу, в основном, комбикормом и сорной рыбой, также в рационах присутствует рыбная мука или молотый рис.

Для исследования химического состава мышечной ткани *Clarias batrachus* были отобраны пробы от 48 экземпляров. В условиях Российско-Вьетнамского Тропического научно-исследовательского и технологического центра измерили длину и массу рыб, после чего у каждого экземпляра отбиралась проба мышечной ткани и определялась первоначальная влага навески. После высушивания все пробы упаковывались в пакеты с указанием даты сбора, массы и длины и доставлялись Ярославль. В дальнейшем в ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА в условиях лаборатории мониторинга и контроля качества определяли упитанность сомов и количество воды и сухого вещества, жира, белка, минеральных, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) в мышечной ткани.

Коэффициент упитанности по Фультону рассчитывался по формуле $k = w100/l^3$, в которой k – коэффициент упитанности; w – масса рыбы в граммах; l – длина тела рыбы в см.

Для определения компонентов обмена веществ использовали ГОСТ методики. Для измерения воды и сухого вещества измеряли гигроскопическую влажность. После чего расчетным путем определяли количество общей воды и сухого вещества. Для определения белка использовали метод Кьельдаля. Количество жира определяли по методу обезжиренного остатка в аппарате Сокслета, в которой экстрагирование проводили петролейным эфиром. Минеральные вещества в мышечной ткани определяли, используя гравиметрический метод сжигания навески в муфельной печи при температуре 550 °С до белого цвета золы (Флёрова Е.А.). Безазотистые экстрактивные вещества рассчитывали по формуле: 100- $\sum_{\text{вода, Б, Ж, З}}$ (Шульман, Г.Е). Все показатели обмена веществ выражали в процентах.

Данные статистической обработки были получены с помощью программы Excel 2007 и представлены в таблицах в виде средних значений и их ошибок (M±m). Полученные экспериментальные данные были подвергнуты биометрической обработке с помощью достоверности различия групповых средних по *t*-критерию Стьюдента, с доверительной вероятностью 95% в программе MS Excel 2007.

Результаты исследований

Результаты исследования показали, что упитанность по Фультону у *Clarias batrachus* варьирует в пределах от 1,14 до 1,39 (таблица 1). Наибольший коэффициент упитанности выявлен у особей, обитающих в нижнем течении реки

Кай. При этом следует отметить, что сомы из водохранилища превосходят их по массе и размерам, а представители аквакультуры и станции 1 уступают особям с нижнего течения реки Кай по этим показателям.

На основе этого можно судить о том, что особи в водохранилище крупнее. Условия жизни в спокойном водоёме с тёплой водой позволяют им быстро расти, но при этом ограниченное пространство сужает спектр питания и повышает внутривидовую конкуренцию, что приводит к меньшому набору массы. В свою очередь особи с нижнего течения реки имеют большие водные пространства, песчаное дно, местами илистое, многочисленные плесы и затоны, где скапливается большое количество потенциальных кормовых объектов, что снижает конкуренцию и расширяет рацион питания. В верхнем участке отбора проб (станция 1) река узкая, с высокой скоростью течения, каменистым дном и бедным спектром питания (Лобус Н.В.). К сожалению, отсутствуют данные о рационах кормления сомов, выращенных в садковых хозяйствах, но в целом ряд авторов указывает на отсутствие в большинстве хозяйств Южного Вьетнама регламентированных норм и рационов кормления *Clarias batrachus* (Halwart, M.).

Таблица 1 - **Упитанность сомов вида *Clarias batrachus* по Фультону**

Место обитания	Длина (см)	Масса (г)	Упитанность по Фультону
Верхнее течение реки Кай	20,74±0,66	115,84±9,75	$1,27±0,05^{2}$
Нижние течение реки Кай	22,42±29,79	$173,27±1,52^{4}$	$1,38±0,07^{1,3}$
Садковое хозяйство	20,48±0,48	$98,53±7,82^{4,5}$	$1,14±0,02^{1,2,}$
Водохранилище	27,83±3,42	$264,33±72,16^{5}$	$1,17±0,06^{3}$

Примечание: здесь и далее в таблицах данные с одинаковыми числовыми индексами достоверно отличаются между собой.

Показано, что у представителей верхнего течения реки Кай количество общей влаги варьирует в пределах 66,87–68,63%, на долю сухого вещества приходится 31,57–35,46% в состав которого входит белок 27,38–28,98%; зольные вещества 1,37–2,04%; жир 1,37–2,04% и БЭВ 0,21–5,14%. У представителей нижнего течения реки Кай количество общей влаги колеблется в пределах 64,54–68,43%, на долю сухого вещества приходится 31,37–33,13% с состав которого входит белок 13,71–27,37%; зольные вещества 1,60–1,69%; жир 1,77–3,74% и БЭВ 2,3–12,32%. У особей, выращенных в аквакультуре, количество общей влаги варьирует в диапазоне 69,30–72,88%, на долю сухого вещества приходится 27,12–30,7% в состав которого входит белок 12,1–25,64%; зольные вещества 1,45–2,3%; жир 0,34–2,0% и БЭВ 0,87–2,12%. У представителей из водохранилища количество общей влаги колеблется в пределах 60,53–64,88%, на долю сухого вещества

приходится 35,12–39,46% в состав которого входит белок 27,45–- 39,46%; зольные вещества 1,71–1,94%; жир 2,71–3,52% и БЭВ 0,84–3,25%.

Известно, что интенсивность накопления продуктов обмена веществ зависит от возраста, пола, пищевого рациона и трофического положения в пищевой цепи (Байдалинова, Л.С.; Костылева А.А.). Для всех рассмотренных экологических групп исследуемого вида, вне зависимости от места обитания, прослеживаются внутривидовые колебания показателей обмена веществ. Рядом авторов показано, что в водоемах как умеренных, так и тропических широт у доминирующих по численности рыб выявлены внутривидовые экологические группы особей, различающиеся адаптивным набором морфологических и поведенческих признаков. Данные различия позволяют им наиболее полно осваивать места обитания с разными ресурсами, эффективно использовать их кормовую базу, снижать внутривидовую и межвидовую конкуренцию (Столбунов, И.А.).

Таблица 2 - **Показатели химического состава сомов вида *Clarias batrachus* жившей в разных условиях**

Показатели, %	Верхнее течение р. Кай	Нижние течение р. Кай	Садковое хозяйство	Водохранилище
Вода	66,56±0,66[1]	67,75±0,88[3]	69,79±0,78[1,2]	63,38±1,43[2,3]
Сухое вещество	33,44±0,66[4]	32,25±0,88[6]	30,21±0,90[4,5]	36,61±1,42[5,6]
Белок	28,18±0,8	20,54±6,83	25,64±2,13	29,56±1,92
Зольные вещества	1,62±0,11	1,65±0,045	1,61±0,09	1,79±0,08
Жир	1,45±0,54[7]	2,76±0,98[8]	1,76±0,88	3,04±0,24[7,8]
БЭВ	2,19±2,46	7,3±5,01	1,24±0,98	2,22±0,72

При сравнении средних значений показателей химического состава мышечной ткани разных экологических групп *Clarias batrachus* достоверные различия обнаружены лишь в содержании в мышцах сухого вещества, воды и жира (таблица 2). Показано, что наибольшее количество сухого вещества, за счет накопления белка, содержится в мышечной ткани особей из водохранилища, а наибольшее количество воды содержат особи из верхнего течения реки Кай. Также особи выросшие в водохранилище превышают своих сородичей из других условий обитания по таким показателям как жир, зольные вещества и белок, при этом уступают в содержании БЭВ особям с нижнего течения реки Кай. Такая закономерность, по-видимому, в большей степени обусловлена различиями в спектре питания и доступности пищи.

Несмотря на то, что средние температуры воды в продольном разрезе р. Кай увеличиваются при приближении к береговой линии моря. В садках

и водохранилище значение температуры и РН наибольшее, нами не выявлена зависимость показателей обмена веществ от этих факторов среды обитания.

Таким образом, полученные результаты и литературные данные свидетельствуют о том, что в результате освоения видом экологических субниш, лимитирующим фактором различий в показателях обмена веществ являются, спектр питания, доступность пищи и «сила» внутривидовой конкуренции. Для *Clarias batrachus*, обитающего в водоеме тропических широт выявлены большие внутривидовые различия в содержании показателей обмена веществ.

Авторы выражают глубокую благодарность Н.В. Лобусу, к.б.н., старшему научному сотруднику лаборатории химии океана Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН за помощь в сборе материала.

Литература

Байдалинова, Л.С. Биохимия сырья водного происхождения [Текст] / Л.С. Байдалинова, А.А. Яржомбек.-М.: Моркнига, 2011.-510 с.: 34 илл. – ISBN 978-5-903081-32-5.

Гусев Е.С. Основные районы исследования [Текст] / Е.С. Гусев, Д.Д. Зворыкин, Н.В. Лобус, И.А. Столбунов, В. К. Нездолий, С.М. Жданова, Динь Тхи Хай Йен // Экология внутренних вод Вьетнама. М.: Тв. научных изданий КМК. 2014. с. 18-22 ISBN 978-5-87317-977-0.

Иванова Е.Е. Основные аспекты акклиматизации рыб в бассейнах юга России [Электронный ресурс] / Е.Е. Иванова // Международная научно-техническая интернет конференция «Актуальные проблемы выращивания и переработки прудовой рыбы». – режим доступа http://textarchive.ru/c-2721374-pall.html.-дата обращения 19.02.16.

Костылева А.А. Особенности химического состава мышечной ткани леща Abramis brama Горьковского водохранилища [Текст] / А.А. Костылева, Е.А. Флёрова // Вопросы рыболовства 2015.-Т16.-№4.- с.1-7.

Лобус Н.В. Содержание ртути в компонентах экосистемы водоёмов и водотоков провинции Кхань Хоа [Текст] / Н.В. Лобус, В.Т. Комов, Нгуен Тхи Хай Тхань // Водные ресурсы, 2011.-том 38.-№6.-с. 733-739 .

Лобус Н.В. Ртуть в мышечной ткани рыб Центрального и Южного Вьетнама [Текст] / Н.В. Лобус, В.Т. Комов // Биология внутренних вод, 2016.- №3 (в печати)

Ольшанский В.М. Исследования электрической активности клариевых сомов Вьетнама [Текст] / В.М.Ольшанский // Экология внутренних вод Вьетнама. М.: Тв. научных изданий КМК. 2014. с. 329-352 ISBN 978-5-87317-977-0.

Столбунов И.А. Адаптивные комплексы морфологических и поведенческих признаков рыб из лотических и лимнических местообитаний [Текст] / И.А. Столбунов // Экология внутренних вод Вьетнама. М.: Тв. научных изданий КМК. 2014. с. 371-3382 ISBN 978-5-87317-977-0.

Флёрова Е.А. Физиолого-биохимические методы исследования рыб [Текст] / Е.А. Флёрова.-Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», 2014.-40 с.

Шульман Г.Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб [Текст] / Г.Е. Шульман М.:Пищ. пром-сть, 1972.-368 с.

Giri S.S. Nutrient digestibility and intestinal enzyme of *Clarias batrachus* (Linn.) juveniles fed on dried fish and chicken viscera incorporated diets [Text] / S.S. Giri, S.K. Sahoo, P.K. Mukhopadhyay // Bioresource Technology. January.-2000, Vol.-71(2). 97-101.

Halwart M. Садковая аквакультура – Региональные обзоры и всемирное обозрение[Текст] / M. Halwart, D. Soto, J.R. Arthur (редакторы). // Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству.-No 498.-Рим, ФАО.-2010 г.-259 с. ил.

ABSTRACT. For Clarias batrachus, inhabiting the watersof tropical latitudes, the dependenceof the content of protein, fat and NFE from the habitatof the species.

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ РЫБ К ВКУСОВЫМ ВЕЩЕСТВАМ (НА ПРИМЕРЕ ДЕВЯТИИГЛОЙ КОЛЮШКИ *PUNGITIUS PUNGITIUS* LINNAEUS, 1758)

Е.С. Михайлова
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
elena_mikhailova@mail.ru

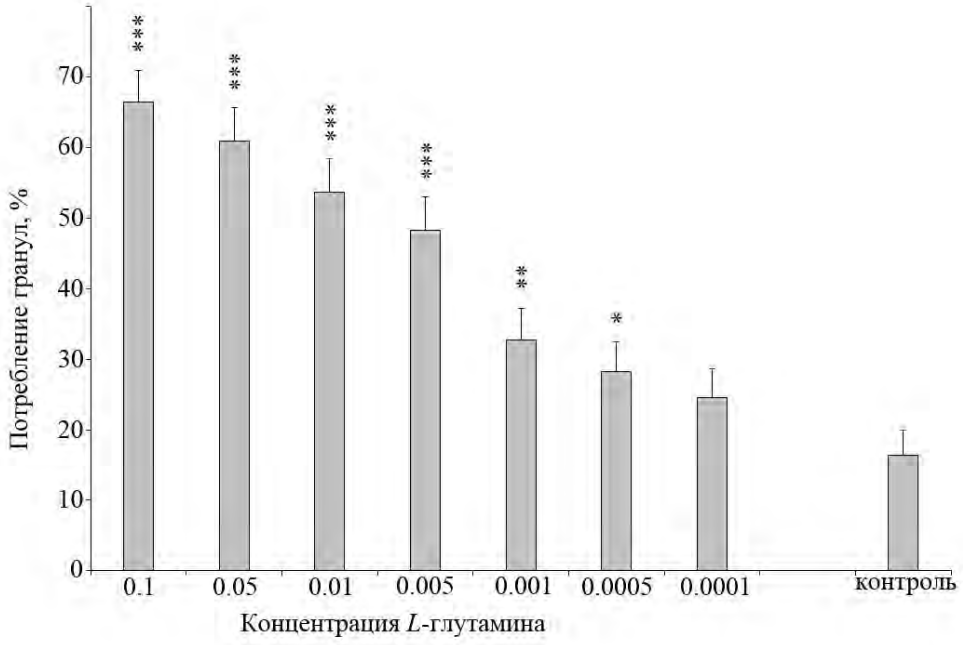
Важной функциональной характеристикой вкусовой системы рыб является уровень чувствительности. Пороговые концентрации веществ, обладающих высокой привлекательностью, определены в настоящее время лишь для ограниченного числа видов рыб – карпа *Cyprinus carpio*, линя *Tinca tinca*, кумжи *Salmo trutta caspius*, сибирского осетра *Acipenser baeri*, радужной форели *Salmo gairdneri*, кутума *Rutilus frisii kutum* (Касумян, Кажлаев, 1993; Касумян, Сидоров, 1994; Касумян, Морси, 1996; Jones, 1989; Касумян, Прокопова, 2001; Goli et al., 2015). От знаний точных значений пороговых концентраций вкусовой чувствительности зависит адекватное введение в корм дополнительных компонентов. Основной задачей работы было определить пороговую концентрацию аминокислоты *L*-глутамина, обладающей для девятииглой колюшки, как показали проведенные нами ранее исследования, вкусовой привлекательностью (Михайлова, Касумян, 2015).

Эксперименты выполнены на 22 половозрелых особях девятииглой колюшки *Pungitius pungitius* москворецкой популяции (*TL* = 6–7 см). После доставки на кафедру ихтиологии Московского государственного университета рыб содержали в течение нескольких дней в аквариумных условиях на естественном корме (личинки Chironomidae). Затем для проведения опытов рыб рассаживали поодиночке в небольшие аквариумы (5 л), боковые и задняя стенки которых были не прозрачными, для исключения визуальных контактов между отдельными особями. Грунт отсутствовал. Аквариумы были оборудованы системой аэрации и накрыты винилпластовыми крышками с отверстием, через которое вносили экспериментальные гранулы и корм. В течение суток рыб приучали схватывать подаваемых поштучно личинок Chironomidae, а затем агар-агаровые (2%, Reanal) гранулы (длина 4 мм, Ø 1.35 мм), содержащие их экстракт и краситель Ponceau 4R (5μM, Chroma-Gesellschaft Schmid Gmbh, Германия), окрашивающий гранулы в красный цвет. Во время опытов использовали гранулы, содержащие *L*-глутамин в концентрации от 0.1 до 0.0001M (концентрации *L*-глутамина приведены на рис. 1). В ходе каждого опыта регистрировали была ли съедена или отвергнута внесенная гранула, сколько схватываний совершала рыба и как долго удерживала гранулу во рту после первого схватывания и суммарно за все время опыта. Момент проглатывания гранулы определяли по характерным движениям челюстей и жаберных крышек. Потеря интереса рыбы к грануле, переключение на исследовательскую деятельность свидетельствовали об окончательном отказе

от потребления. Если предъявленная гранула не схватывалась в течении минуты, такой опыт не учитывался, а гранула немедленно удалялась из аквариума. Рыб кормили один раз в день по окончании опытов. Всего выполнено 880 опытов. Статистический анализ проведен с использованием критерия χ^2 и U-критерия Манна–Уитни.

Для оросенсорного тестирования пищевых объектов девятииглой колюшке свойственны повторные апробации схваченного объекта, более продолжительное время тестирования в случае потребления и более продолжительные первое и последнее удержания гранулы, в отличие от всех промежуточных удержаний (Михайлова, Касумян, 2016).

Выполненные опыты показали, что при снижении концентрации глутамина в 100–200 раз (с 0.1М до 0.001М и 0.0005М) потребление гранул с этим веществом все еще достоверно превышает потребление контрольных гранул (рис. 1). При концентрации 0.0001М потребление гранул с *L*-глутамином достоверно не отличается от контроля, но наблюдается значимое отличие от контроля по числу схватываний и времени удержания гранулы во рту после первого ее схватывания (рис. 2-3).



*, **, *** – значимость отличий по отношению к контролю p < 0.05, 0.01, 0.001 соответственно.

Рисунок 1 - **Потребление (M ± m) девятииглой колюшкой *Pungitius pungitius* гранул с разной концентрацией *L*-глутамина**

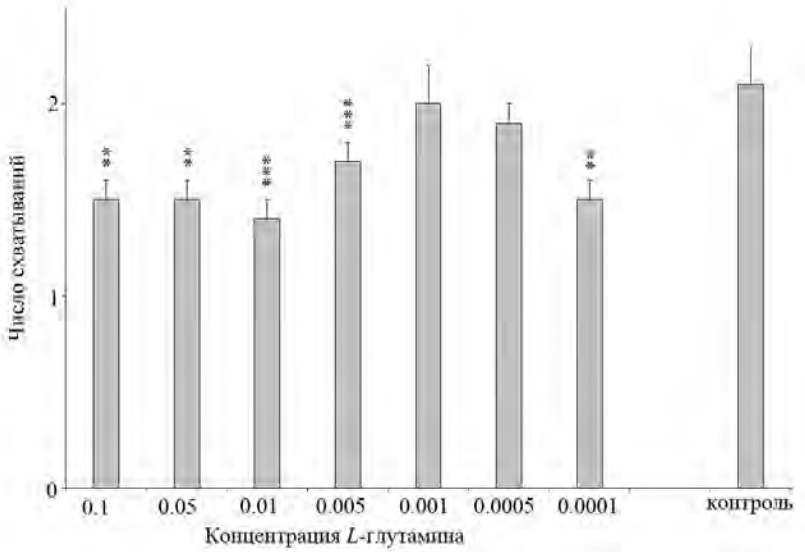


Рисунок 2 - **Число схватываний девятииглой колюшкой *Pungitius pungitius* гранулы с разной концентрацией *L*-глутамина**

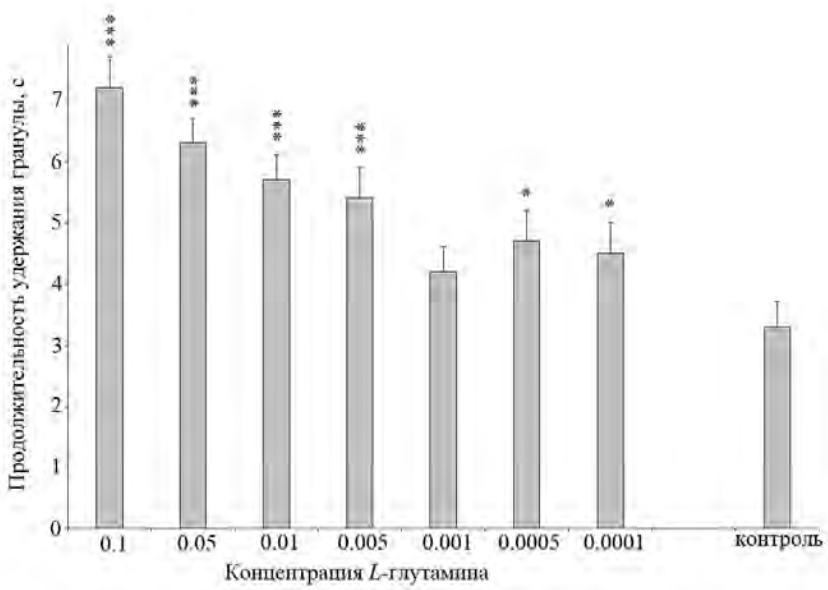


Рисунок 3 - **Продолжительность удержания девятииглой колюшкой *Pungitius pungitius* гранулы с разной концентрацией *L*-глутамина после первого схватывания**

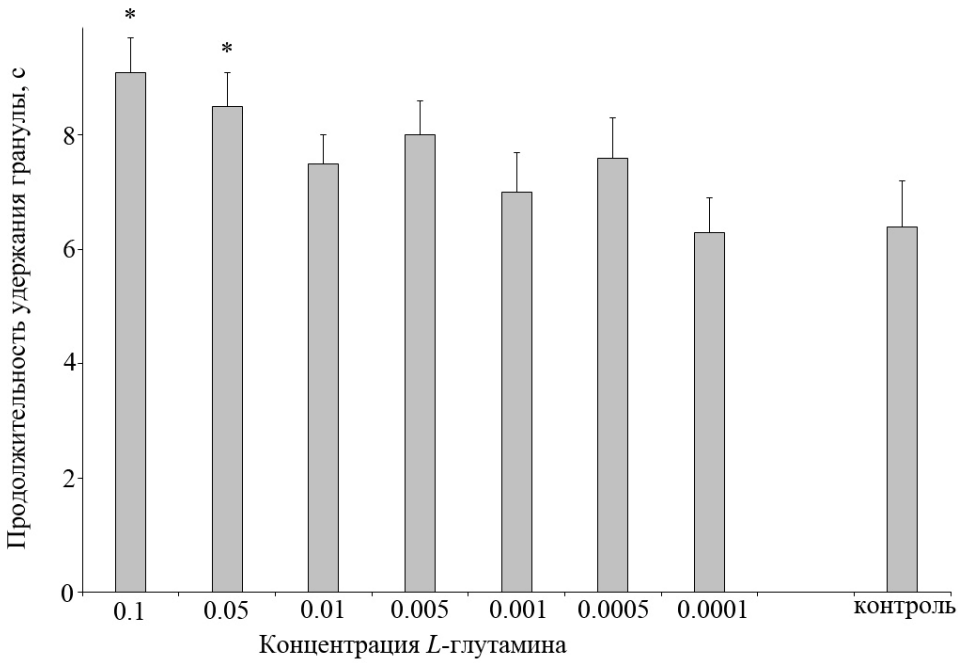


Рисунок 4 - **Продолжительность удержания девятииглой колюшкой *Pungitius pungitius* гранулы с разной концентрацией *L*-глутамина в течение всего опыта**

Так как контрольные гранулы чаще подвергались повторным тестированиям, суммарное время удержания гранул с разной концентрацией *L*-глутамина и контрольных гранул было близким. Значимые различия регистрируются лишь для гранул с наиболее высокой концентрацией действующего вещества – 0.1 и 0.005 М (рис. 4).

Выполненные нами эксперименты позволили установить, что пороговая концентрация L-глутамина – наиболее эффективной аминокислоты для девятииглой колюшки по критерию «потребление гранул» равна 0.0005 М (5×10^{-4} М) (рис. 1), что ниже соответствующих величин, установленных для других видов рыб с помощью использованного нами метода. У каспийской кумжи пороговые концентрации привлекательных по вкусу аминокислот лежат в диапазоне 10^{-2}–10^{-3} М (Касумян, Сидоров, 1994), у карпа и кутума они равны 10^{-2} М (Касумян, Морси, 1996; Goli et al., 2015), у линя 2.5×10^{-2} М (Касумян, Прокопова, 2001). Для радужной форели пороговая концентрация пролина составляет 10^{-4} М, однако эксперименты с радужной форелью были выполнены с использованием методики отличной от нашей как по способу предъявления вкусового вещества, так и по оценке поведенческого ответа подопытных рыб (Jones, 1989). Такой же уровень чувствительности, 10^{-4} М, как и у радужной форели у девятииглой колюшки нами

зарегистрирован по критерию «число повторных схватываний гранулы» и «продолжительность удержания гранулы после первого схватывания» (рис. 2 и 3).

Исходя из значения пороговой концентрации *L*-глутамина и размера гранулы было рассчитано абсолютное количество содержащегося в ней действующего вещества. Оказалось, что для достоверного усиления потребления девятииглой колюшкой гранул достаточно присутствия в ней 0.42 мкг *L*-глутамина. Это соответствует 2.87×10^{-9} моля вещества или 17.2×10^{14} его молекул, что значительно меньше, чем аналогичные величины, рассчитанные для карпа, кутума и линя – 4.27, 2.74 и 17.3 мкг соответственно (Касумян, Морси, 1996; Касумян, Прокопова, 2001; Goli et al., 2015). Поскольку на вкусовые рецепторы рыб действуют не все молекулы вещества, находящиеся в грануле, а лишь те, которые присутствуют в ее тонком поверхностном слое, реальное количество вещества, достаточное для стимулирования потребления гранулы будет значительно меньше.

Использование вкусовых стимуляторов для повышения оросенсорных качеств искусственных кормов является одним из новых направлений в современной аквакультуре, привлекающих большое внимание в связи с возможностями совершенствования технологии кормления рыб. Одними из наиболее перспективных веществ, которые могут быть использованы в этих целях являются свободные аминокислоты (Kasumyan, Døving, 2003). Выполненное нами исследование дает представление о тех концентрациях свободных аминокислот, которые способны вызывать у рыб усиление потребления пищи.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 16-04-00322).

Литература

Касумян А.О., Кажлаев А.А. 1993. Поведенческие ответы ранней молоди сибирского осетра *Acipenser baeri* и севрюги *A. stellatus* (Acipenseridae) на вещества, вызывающие основные типы вкусовых ощущений // Вопр. ихтиологии. Т. 33. № 3. С. 427–436.

Касумян А.О., Морси А.М.Х. 1996. Вкусовая чувствительность карпа к свободным аминокислотам и классическим вкусовым веществам // Вопр. ихтиологии. Т. 36. № 3. С. 386–399.

Касумян А.О., Прокопова О.М. 2001. Вкусовые предпочтения и динамика вкусового поведенческого ответа у линя, *Tinca tinca* (Cyprinidae) // Вопр. ихтиологии. Т.41. № 5. С. 670–685.

Касумян А.О., Сидоров С.С. 1994. Вкусовые свойства свободных аминокислот для каспийской кумжи, *Salmo trutta caspius* // Вопр. ихтиологии. Т. 34. № 6. С. 831–838.

Михайлова Е.С., Касумян А.О. 2015. Вкусовые предпочтения и пищевое поведение девятииглой колюшки *Pungitius pungitius* трех географически удаленных популяций // Вопр. ихтиол. Т. 55. № 5. С. 539–562.

Михайлова Е.С., Касумян А.О. 2016. Оросенсорное тестирование пищи у рыб: хронология поведения // Изв. РАН. Сер. биол. V. 43. № 4. P. 46–58.

Goli S., Jafari V., Ghorbani R., Kasumyan A. 2015. Taste preferences and taste thresholds to classical taste substances in the carnivorous fish, kutum *Rutilus frisii kutum* (Teleostei: Cyprinidae) // Physiol.Behav. V. 140. P. 111–117.

Jones K.A. 1989. The palatability of amino acids and related compounds to rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson // J.Fish Biol. V. 34 P. 149–160.

Kasumyan A. Døving K.B. 2003. Taste preferences in fish // Fish Fish. V. 4. № 4. P. 289–347.

ABSTRACT. The experiments performed with the nine-spined stickleback *Pungitius pungitius* demonstated that the presence of 5×10^{-4} M (0.42 μg) highly attractive amino acid *L*-glutamine in the pellet is enough to significant displacement of the consumption level. Concentration of *L*-glutamine 10^{-4} M is significant for changing parameters of fish behavior during the orosensory testing of artificial pellets.

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ ФОРЕЛИ И ДРУГИХ ОБЪЕКТОВ ИНДУСТРИАЛЬНОГО РЫБОВОДСТВА

К.А. Молчанова[1], Т.М. Курапова[2]

Калининградский государственный технический университет, Калининград,

[1]ksenia.elfimova@gmail.com; [2]tkurapova@inbox.ru

Результирующей составляющей понятия «технология» наряду с биологическим статусом объекта выращивания, техническим обеспечением предприятия и биотехникой рыбоводного процесса является экономическая эффективность применяемой технологии.

Индустриальное рыбоводство, особенно, выращивание рыбы в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ) является одной из самых затратных, поскольку предполагает выращивание рыбы при управляемом режиме абиотических факторов и соответственно большим затратным механизмом, чем это показано для садковых и бассейновых хозяйств.

В связи с этим целью нашей работы было оценить экономическую эффективность выращивания радужной форели, клариевого сома, стерляди и угря в установках замкнутого водоснабжения, а также по комбинированной технологии, предполагающей разделение периода выращивания товарной рыбы на 2 этапа (выращивание посадочного материала в УЗВ и товарной рыбы в садках).

Базовыми предприятиями для оценки экономической эффективности технологий были: промышленные УЗВ на предприятии ООО «ТПК Балптицепром», в которых общий объем воды в бассейнах 500 $м^3$, и садковое хозяйство ООО «Аквакультура», площадь садков около 1000 $м^2$ (рисунок 1). Технологии по перечисленным объектам разрабатывались в течение 2010-2015 гг и результаты, полученные в ходе работ, были положены в основу расчетов применительно к указанным площадям бассейнов и садков (Хрусталев и др., 2013; Хрусталев и др., 2014).

В качестве объектов выращивания служили:

- радужная форель (маточное стадо единого происхождения в УЗВ и садковом хозяйстве),
- клариевый сом (маточное стадо, сформированное из материала, завезенного в 2008 г из «ВНИИПРХ»),
- угорь (от стекловидной личинки до товарной массы апробирован нами в технологическом режиме на угревом предприятии “Wasser Fish” Польша),
- стерлядь (маточное стадо сформировано из материала, завезенного из ГУДП «Конаковский завод товарного осетроводства»).

а

б

в

Рисунок 1 – **Предприятия по выращиванию рыбы:**
а – ООО «ТПК Балптицепром», б - ООО «Аквакультура», в –"Wasser Fish"

В таблице 1 приведены расчеты экономической эффективности технологий в части их применения в промышленных УЗВ. По форели дана оценка выращивания в моноцикле в течение календарного года от массы 1 г до 800 – 1000 г, в режиме двух последовательных циклов от посадочного материала массой 150 г до товарной массы 800 – 1000 г. По клариевому сому полицикличная технология предполагала проведение четырех последовательных циклов от посадочного материала массой 10 г до товарной массы 1000 г. По угрю – от стекловидной личинки массой 0,42 г до средней массы товарной рыбы 200 г. По стерляди целесообразная масса посадочного материала, выращиваемого в УЗВ, 350 – 400 г.

Как видно из данных таблицы 1 выращивание форели в режиме моноцикла в течение 12 месяцев позволяет получить товарную продукцию, себестоимость которой 312 руб/кг. Переход на полицикличную технологию, когда в течение года в равноотстоящие сроки получают в течение 6 месяцев посадочный материал средней массой 150 г, а в остальные 6 месяцев товарную рыбу массой 800–1000 г, позволяет вырастить в 2 раза больше товарной рыбы (100 т), себестоимость которой снижается до 184 руб/кг.

Применение четырехцикличной технологии выращивания клариевого сома позволяет на той же площади бассейнов (500 м^2) получать 1000 т продукции сома средней массой 1000 г. Себестоимость продукции 39 руб/кг, предполагающей использование корма РКС местного производства.

Таблица 1 – **Экономическая эффективность работы УЗВ**

Затраты, руб	**Технологии**			
	Радужная форель		**Клариевый сом 1000 т (товарная масса 1000 г)**	**Угорь 150 т (товарная масса 200 г)**
	Моноцикл 50 т (товарная масса 800 – 1000 г)	**Полицикл 100 т (товарная масса 800 – 1000 г)**		
Посадочный материал	190500	190800	120000	18000000
Корма	2900000	5798000	5760000 21072000	15163200
Электроэнергия: - насосы - воздуходувка - генератор кислорода	525000 210000 315000	657600 262800 393600	657600 262800 -	657600 262800 590400
Вода	438000	547200	547200	547200
Отопление	216000	270000	552000	552000
Зарплата	2880000	2880000	2880000	2880000
Прочие (10 %)	720000	211200	211200	211200
Амортизационные отчисления	7200000	7200000	7200000	7200000
Итого	15594500	18411200	39142820	46064400
Себестоимость	312 руб/кг	184 руб/кг	39 руб/кг	307 руб/кг

При выращивании угря применяется моноцикличная технология. Себестоимость выращиваемого товарного угря (средняя масса 150–250 г) 307 руб/кг.

Как видно из приведенных данных, себестоимость выращивания товарной форели и сома в режиме полицикла, угря в режиме моноцикла позволяет, учитывая сложившиеся оптовые цены, конкурировать на потребительском рынке с продукцией, получаемой в традиционных формах рыбоводных хозяйств.

Применение комбинированных технологий позволяет не только получить для хозяйств с естественной термикой высококачественный с повышенной жизнестойкостью посадочный материал в УЗВ, но и как видно в таблице 2, за счет снижения затрат в структуре себестоимости выращивания рыбы в садках, снизить общую себестоимость выращивания рыбы по комбинированным технологиям.

Таким образом, в результате обоснованного выбора технологических схем реально выращивать товарную продукцию, себестоимость которой позволяет говорить о конкурентоспособности данной продукции на региональном рынке.

Таблица 2 – **Экономическая эффективность комбинированных технологий**

Статьи затрат	Форель	Стерлядь
Выращивание посадочного материала в УЗВ (ноябрь – май)		
корма	907200	1627800
электроэнергия	100800	100800
воды	54000	54000
отопление	19800	36000
зарплата	550000	550000
прочие	19000	19000
амортизация	1037000	1037000
Итого	2687800	2944800
себестоимость	17,2 руб/шт	18,8 руб/шт
Выращивание товарной рыбы в садках (май – октябрь следующего года)		
корма	6048000	7603820
электроэнергия	52800	52800
зарплата	3600000	3600000
прочие	60000	60000
амортизация	500000	500000
Итого	10260800	1181620
себестоимость	102,6 руб/кг	118,2 руб/кг
Средняя себестоимость комбинированной технологии	129,5 руб/кг	147,2 руб/кг

Литература

Хрусталёв Е.И. Оценка эффективности выращивания ремонтно-маточного стада радужной форели в установке замкнутого цикла водообеспечения / Е.И. Хрусталёв, А.Э. Суслов, К.А. Елфимова // Материалы Международной научно-технической конференции (заочная) «Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство». 3 – 4 дек. – Воронеж, 2013. С. 149 – 154.

Хрусталёв Е.И. Технологии региональной аквакультуры / Е.И. Хрусталев, О.Е. Гончаренок, Т.М. Курапова, К.А. Елфимова // Научно-теоретический журнал НП «ТППП АПК», 2014, № 1. С. 54-60.

ABSTRACT. Industrial fish farming, especially the cultivation of fish in recirculation aquaculture system (RAS) is one of the most expensive, as it involves the rearing of fish under controlled manner abiotic factors and a large costly mechanism than that shown for the cage and pools farms. In this regard, the aim of our study was to assess the economic efficiency of cultivation of rainbow trout, african sharptooth catfish, sterlet and european eel in the recirculating water, as well as on the combined technology, involving the separation period of cultivation of marketable fish into 2 stages.

РЫБНОЕ НАСЕЛЕНИЕ РЕК БАССЕЙНА ПИЖМЫ СЕВЕРА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ И РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

О.А. Морева, А.А. Клевакин, В.В. Логинов, М.А. Предвижкин, Д.И. Постнов
Нижегородское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Н.Новгород, gosniorh@list.ru

Река Пижма (луговомар. Пижме) - правый приток Вятки (бассейн Куйбышевского водохранилища), протекает в Нижегородской и Кировской областях, часть притоков – в Республике Марий Эл. Длина реки 305 км, в том числе в пределах Нижегородской области (верхнее течение) 127 км, площадь бассейна – 14 660 км². Среднегодовой расход воды - 90 м³/сек.

Река находится в пределах Заветлужского возвышенного, с пашнями и елово-пихтовыми лесами на суглинках и глинах, реже песках и супесях, ландшафтного района лесного Заволжья. Местность равнинная лесистая, в северной части заболоченная. Холмистая равнина расчленена слабо выраженными речными долинами и логами с пологими залесенными склонами. Притоки Пижмы на территории Республики Марий Эл принадлежат к бассейну реки Немда, протекают по северным склонам возвышенности Марийско-Вятских увалов. Притоки Пижмы в Нижегородской области – по залесенной и заболоченной местности (Природа Горьковской области, 1974).

Исток Пижмы расположен в лесном массиве в 4 км южнее н.п. Пруды Тоншаевского района. Река течёт на восток по равнинной местности, русло крайне извилистое, течение слабое. Впадает в Вятку в Кировской области. Принимает многочисленные притоки (всего 62), на водосборе расположено 18 озер и прудов. Основные левобережные притоки - Сюзюм, Юма, Боковая, правобережные - Ошма, Ярань, Иж, Немда (Природа Кировской области, 1960).

До 2004 года ихтиологических работ в верхнем течении реки Пижма и на ее притоках не проводилось ввиду того, что данные водотоки протекают на стыке трех регионов.

Верхнее течение реки Пижмы в пределах Нижегородской области и 8 ее притоков (руч. у н.п. Ромачи, руч. у н.п. Втюринское, р.р. Шайга, Луговка, Курнуж, Арба, Шукшум, Ошма) были обследованы Нижегородской лабораторией ФГБНУ ГосНИОРХ в сентябре 2004 года, 6 притоков Пижмы в пределах Республики Марий Эл (р.р. Яморка, М. Толмань (Каванерка), Руйка, Шуй, Толмань, Немда (верхнее течение)) – в августе 2015 года. Река Пижма обследована на 5 участках, Немда и Толмань – на 3, Ошма - на 2, остальные малые реки – на 1 участке. Из исследованных водотоков 8 рек имели длину до 20 км, 5 – от 20 до 100 км, 2 (Немда и Пижма) – свыше 100 км.

Сбор и обработка материалов проводились по общепринятой методике (Правдин, 1966). Применяемые орудия лова: волокуша длиной 10 м и размером ячеи

3,6 мм, сачки из хамсороса. Выловленная рыба на месте подвергалась первичной ихтиологической обработке – проводился подсчет рыб по видам, индивидуальное взвешивание и промеры. Всего отловлено 7889 экземпляров рыб.

Ихтиофауна верхнего течения реки Пижма и ее притоков по данным уловов различными орудиями лова представлена 21 видами из 8 семейств и 5 отрядов рыб. В самой реке встречается 18 видов. Наиболее многочислен в видовом разнообразии отряд карпообразных – 15 видов.

В большинстве водотоков (встречаются в 53–73% водотоков) обитают щука, пескарь обыкновенный, верховка, плотва, голец (5 видов, 23,8%), из них 60% лимнофилы. Довольно обычны (в 20–40% водотоков) - быстрянка, уклейка, голавль, язь, елец, гольян обыкновенный, щиповка обыкновенная, налим, ерш, окунь (10 видов, 47,6%), из которых 40% типичные реофилы, а 50% - рео-лимнофильной группы. В отдельных водотоках (менее 15%) встречены лещ, линь, ротан, подкаменщик, густера, карась (6 видов, 28,6%), из них 83% лимнофилы.

Видовой состав ихтиофауны верхнего течения р. Пижма и ее притоков приведен в таблице 1.

По численности в исследованных водотоках преобладают виды лимнофильной группы – 80,4%. В видовом составе в тоже время число видов-лимнофилов превышает число видов-реофилов незначительно – 43% и 33% соответственно (рис. 1, 2). Видами-доминантами в 73% водотоков также являются виды лимнофильной группы: плотва, верховка и др.

На общем фоне выделяются реки Руйка, Шукшум и Немда (верхнее течение), рыбное население которых носит явно реофильный характер: при доминировании гольяна обыкновенного и пескаря обыкновенного процент численности видов-реофилов достигает 95-100% (рис. 1). А в ручьях у н.п. Ромачи и Втюринское, р.р. Шайга и Арба по численности наблюдается явное преобладание лимнофилов (95-100%).

В этом отношении интересна река Пижма (верхнее течение), где соотношение реофилов и лимнофилов как по числу видов, так и их численности примерно одинаково (рис. 1, 2), причем явным доминантом является реофил гольян обыкновенный (40% численности), а субдоминантами – лимнофилы верховка и плотва (20% и 19% соответственно).

Таблица 1 - **Видовой состав и численность ихтиофауны малых рек Республики Марий Эл и Нижегородской области бассейна Пижмы**

Водотоки	**Руч. у Ромачи**	**Руч. у Второринского**	**Яморка**	**Шайга**	**Луговка**	**М. Толмань (Кавакерка)**	**Руйка**	**Шуй**	**Курнуж**	**Арба**	**Шукшум**	**Толмань**	**Ошма**	**Немда (верх. течение)**	**Пижма (верх. течение)**	**Всего**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**
Длина реки, км	3	5	8	14	15	15	15	18	22	26	27	43	74	162	305	
Приток какого порядка	5	5	6	4	4	6	5	6	4	5	5	5	4	4	3	
Виды рыб																
Класс Osteichtyes - костные рыбы																
Отр. Salmoniformes - ососеобразные																
Сем. Esocidae - щуковые																
1. *Esox lucius* (Linnaeus, 1758) **- ука**		9,1		0,1	4,4				3,8	0,2	0,4		0,8	1,4	0,4	
Отр. Cypriniformes - карпообразные																
Сем. Esocidae - щуковые																
2. *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) **- лещ**															0,2	0,01
3. *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782) **- быстрянка**										0,2			0,4		2,0	0,2
4. *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758) **- уклейка**						11,0		**50,0**				**20,2**	5,1	1,2	7,0	2,8
5. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758) **- густера**													0,2		2,8	0,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6. *Carassius* auratus (Linnaeus, 1758) – **азиат.-евр. карась**		72,7				0,2										0,2
7. *Gobio* gobio (Linnaeus, 1758) – **пескарь обыкн.**	2,0						**44,4**		**25,0**	0,8	**94,1**	7,1	5,9	1,8	0,3	3,4
8. *Leucaspius* delineatus (Heckel, 1843) **– верховка**	**98,0**	18,2	**42,9**		**80,4**	**43,1**		**33,3**		**24,8**	2,2	**55,5**	**33,8**		**20,4**	**33,8**
9. *Leuciscus cephalus* (Linnaeus, 1758) – **голавль**											0,4	2,6		0,3	0,4	0,3
10. *Leuciscus* idus (Linnaeus, 1758*)* – **язь**										0,5	1,1				0,1	0,1
11. *Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758) **– елец**												0,9		5,1	4,1	0,4
12. *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) - **плотва**				**96,1**		**39,4**		16,7	1,9	**69,1**	0,4	1,2	**49,6**	0,3	**19,4**	**45,4**
13. *Tinca* tinca (Linnaeus, 1758) - **линь**															0,2	0,01
14. *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758) - **гольян обыкн.**				3,8			55,6					12,1		**86,6**	**40,4**	7,0
Сем. Balitoridae – балиторовые																
15. *Barbatula* barbatula (Linnaeus, 1758) **- усатый голец**			**57,1**		15,2				17,3	3,7	0,4	0,4	0,6	2,7	0,6	4,6
Сем. Cobitidae - вьюновые																
16. *Cobitis taenia* (Linnaeus, 1758) - **щиповка обыкн.**						0,4			**38,5**				0,4	0,9	0,1	0,4
Отр. Gadiformes - трескообразные																
Сем. Lotidae - налимовые																
17. *Lota* lota (Linnaeus, 1758) - **налим**									1,9		0,7		0,8		0,2	0,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Отр. Perciformes - окунеобразные																
Сем. Percidae - окуневые																
18. *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) **- ерш**										0,3	0,4		0,4	0,3	0,1	0,1
19. *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758) - **речной окунь**				0,1		3,5			11,5	0,5			1,8		0,4	0,4
Сем. Eleotrididae - головешковые																
20. *Percottus glenii* (Dybowski, 1877) - **ротан**						2,4										0,1
Отр. Scorpaeniformes - скорпенообразные																
Сем. Cottidae - керчаковые																
21. *C0ttus gobio* (Linnaeus, 1758) - **подкаменщик**														0,9		0,02
Всего	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Всего видов	**2**	**3**	**2**	**4**	**3**	**7**	**2**	**3**	**7**	**9**	**9**	**8**	**12**	**10**	**18**	**21**
Индекс Шеннона	0,14	1,10	0,99	0,25	0,86	1,75	0,99	1,46	2,23	1,23	0,48	1,88	1,87	0,91	2,47	1,24
Индекс Маргалефа	0,06	0,21	0,07	0,18	0,15	0,44	0,09	0,21	0,50	0,48	0,63	0,46	0,81	0,68	1,16	0,41
Индекс Симпсона	0,96	0,57	0,51	0,92	0,67	0,36	0,51	0,39	0,26	0,54	0,89	0,37	0,37	0,75	0,25	0,55
Доминант	верховка	карась	голец верховка	плотва	верховка	верховка плотва	гольян пескарь	уклея верховка	щиповка пескарь	плотва верховка	пескарь	верховка уклея	плотва верховка	гольян	гольян верховка плотва	плотва верховка

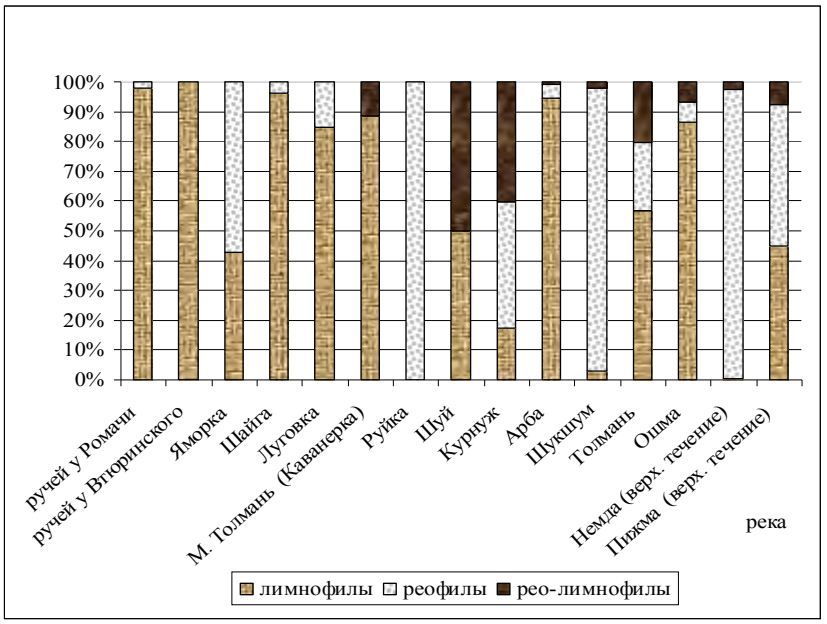


Рисунок 1 - **Соотношение численности рыб разных экологических групп в реках бассейна Пижмы**

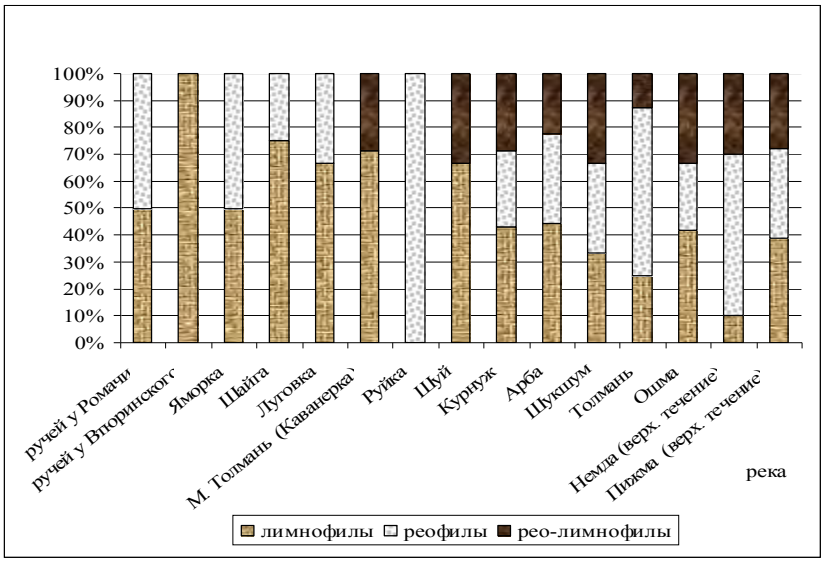


Рисунок 2 - **Соотношение числа видов рыб разных экологических групп в реках бассейна Пижмы**

Прослеживается зависимость количества видов, обитающих в реке, от ее длины, которая описывается уравнением: y = 3,2786Ln(x) - 3,4773 (R^2 = 0,83, r = 0,85, p = 0,0002, для 21 вида, 15 рек) (рис. 3).

В реках длиной до 20 км в среднем обитает 3 вида рыб, 20-100 км – 9 видов, свыше 100 км – 14.

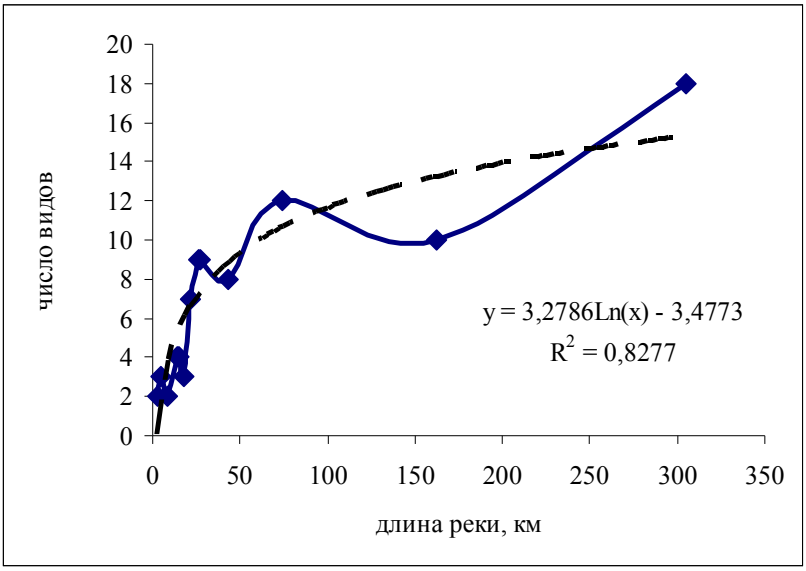


Рисунок 3 - **Число видов в реках бассейна Пижмы разной длины (15 рек, 21 вид, 7889 экз.)**

В верхнем течении Пижмы и ее притоках обитают гольян обыкновенный, быстрянка и подкаменщик, занесенные в Красные книги Нижегородской области (2014) и Республики Марий Эл (2002). Гольян обыкновенный отмечен в 33% обследованных водотоков (реках любой длины), быстрянка - в 20% (появляется в реках длиной свыше 20 км), подкаменщик – только в реке Немда. Наличие редких видов свидетельствует о благоприятной экологической обстановке в данном регионе.

Из видов-вселенцев в исследованных водотоках обнаружен только ротан (в р. М. Толмань, запруда), что в целом тоже свидетельствует о благоприятном экологическом состоянии данных рек.

Средние количественные показатели рыбного населения исследованных рек отражены в таблице 2.

Таблица 2 – **Средние количественные показатели рек бассейна Пижмы**

Длина рек	до 20 км	20 - 100 км	свыше 100 км *	всего
Число рек	8	5	2	15
Среднее число видов	3	9	14	21
Всего видов	11	16	19	21
Численность, экз./га	27750	30921	17974	27503
Ихтиомасса, кг/га	32,26	58,11	27,84	40,29
Индекс Шеннона	0,94	1,54	1,69	1,24
Индекс Маргалефа	0,18	0,58	0,92	0,41
Индекс Симпсона	0,61	0,48	0,50	0,55

Примечание: * - участки верхнего течения.

В реках длиной до 20 км встречено 11 видов (при среднем по реке 3), что свидетельствует о большом разнообразии сообществ ихтиофауны рек данного типа. Наиболее распространена здесь верховка (в 75% водотоков), занимающая в большинстве мест обитания доминирующее положение. В 38% водотоков нами обнаружены плотва и щука. Остальные виды отмечены только в 12 -25% водотоков.

В реках длиной от 20 до 100 км отмечено 16 видов (в среднем по реке 9), что также характеризует их как водотоки с разнообразными биотопическими условиями. Во всех реках обнаружены пескарь обыкновенный, плотва и голец, практически во всех – щука и верховка (в 80%). Распространены также налим, ерш и окунь (60%). Данные виды можно считать ядром ихтиоценоза рек этой категории. Среди доминантов здесь в основном присутствуют плотва, верховка и пескарь обыкновенный. Остальные виды присутствуют в исследованных водотоках единично.

На участках верхнего течения наиболее крупных обследованных рек найдено 19 видов, из них в Немде - 10, а в Пижме – 18. Это свидетельствует о том, что гидрологические особенности водотока (общая длина реки) играют значительную роль. В обеих реках обитают уклейка, пескарь обыкновенный, голавль, плотва, гольян обыкновенный, голец, щиповка обыкновенная, ерш. Доминирует гольян обыкновенный: 87% в Немде и 40% в Пижме.

Анализ рассчитанных значений индексов Шеннона и Маргалефа (Песенко, 1982) также показывает, что видовое богатство растет с увеличением длин рек (табл. 1, 2). Значения данных показателей относительно не велики (индекс Шеннона не превышает 2,5). Значения индекса Симпсона показывают, что характер доминирования не зависит от длины реки. Высокие значения данного показателя (0,75–0,96) отмечаются для отдельных водотоков - руч. Ромачи, р.р. Шайга, Шукшум, Немда, виды-доминанты во всех случаях отличаются.

Анализ сходства ихтофауны разных водотоков - рассчитанных значений индекса Серенсена – показывает, что наибольшим сходством обладает рыбное население рек Пижма - Ошма и Яморка - Луговка (таблица 3).

Таблица 3 – **Значения коэффициента сходства Серенсена для рек бассейна Пижмы**

Модифицированный коэффициент Серенсена	**руч. у Ромачи**	**руч. у Втюринского**	**Яморка**	**Шайга**	**Луговка**	**М. Толмань**	**Руйка**	**Шуй**	**Курнуж**	**Арба**	**Шукшум**	**Толмань**	**Ошма**	**Немда**	**Пижма**
руч. у Ромачи	x	0,40	0,50	0,00	0,40	0,22	0,50	0,40	0,22	0,36	0,36	0,40	0,29	0,17	0,20
руч. у Втюринского		X	0,40	0,29	**0,67**	0,40	0,00	0,33	0,20	0,33	0,33	0,18	0,27	0,00	0,19
Яморка			X	0,00	**0,80**	0,22	0,00	0,40	0,22	0,36	0,36	0,40	0,29	0,17	0,20
Шайга				x	0,29	0,36	0,33	0,29	**0,55**	0,46	0,31	0,33	0,38	0,29	0,36
Луговка					x	0,20	0,00	0,33	0,40	0,50	0,50	0,36	0,40	0,15	0,29
М. Толмань						x	0,00	**0,60**	0,43	0,38	0,25	0,40	**0,53**	0,35	0,40
Руйка							x	0,00	0,22	0,18	0,18	0,40	0,14	0,33	0,20
Шуй								x	0,20	0,33	0,33	0,55	0,40	0,31	0,29
Курнуж									x	**0,63**	**0,63**	0,40	**0,74**	0,47	**0,56**
Арба										x	**0,78**	0,47	**0,76**	0,42	**0,67**
Шукшум											x	**0,59**	**0,67**	**0,53**	**0,67**
Толмань												x	0,50	**0,78**	**0,62**
Ошма													x	**0,55**	**0,80**
Немда														x	**0,64**
Пижма															**x**

Ихтиофауна Пижмы имеет значительное сходство с ихтиофауной всех рек длиной свыше 20 км. Ихтиофауна рек длиной меньше 20 км между собой не сходна, за исключением Луговка - Яморка и Луговка - руч. У Втюринского. Ихтиофауна руч. У Ромачи, рек Шайги и Руйки практически не имеет сходства с ихтиофауной какого-либо другого водотока.

Нами был проведен рекогносцировочный многомерный кластерный анализ (Реброва, 2002; Халафян, 2007) по комплексу структурно-информационных показателей для водотоков бассейна Пижмы. Сходство и различие водотоков бассейна Пижмы определяли по следующим показателям: индексам Шеннона и Маргалефа, длине рек и экологическим группам рыб (лимнофилы, реофилы, реолимнофилы). При построении дендрограммы были использованы параметры, которые имеют различные размерности, поэтому все переменные были подвергнуты процедуре стандартного статистического нормирования. Для всех переменных были вычислены средние и стандартные отклонения. Нормированные значения были вычислены следующим образом:

$$x_{\text{норм.}} = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

где $x_{норм}$ – нормированное значение данного показателя, x – ненормированное значение показателя, $\bar{x}$ - среднее значение параметра в группе, σ – стандартное отклонение. В дальнейшем анализе везде использованы полученные таким образом нормированные значения. Кластеризация проводилась методом Варда по евклидовым расстояниям. Дедрограмма результатов анализа представлена нами на рисунке 4.

На рисунке 4 видны два различимых кластера. В кластер 1 попали 6 водотоков длиной до 15 км, в кластер 2 – реки длиной более 15 км (за исключением р. М. Толмань). Малая Толмань вероятно попала в другой кластер за счет не характерного для рек данной длины видового богатства, связанного с разнообразием биотопов в результате создания запруды. Следует отметить, что в подкластер 2.1. вошла только река Пижма самая длинная по протяженности.

Выполненный объем ихтиологических исследований позволяет сделать только предварительные выводы о рыбном населении рек бассейна Пижмы. Для составления более детальной картины состояния ихтиокомплекса необходимы дальнейшие исследования видового состава, численности и экологии рыб этого бассейна.

По данным проведенных исследований и кластерного анализа по комплексу структурно-информационных показателей можно сделать предварительный вывод, что ихтиоценозы водотоков бассейна Пижмы различаются в зависимости от протяженности (длины) реки.

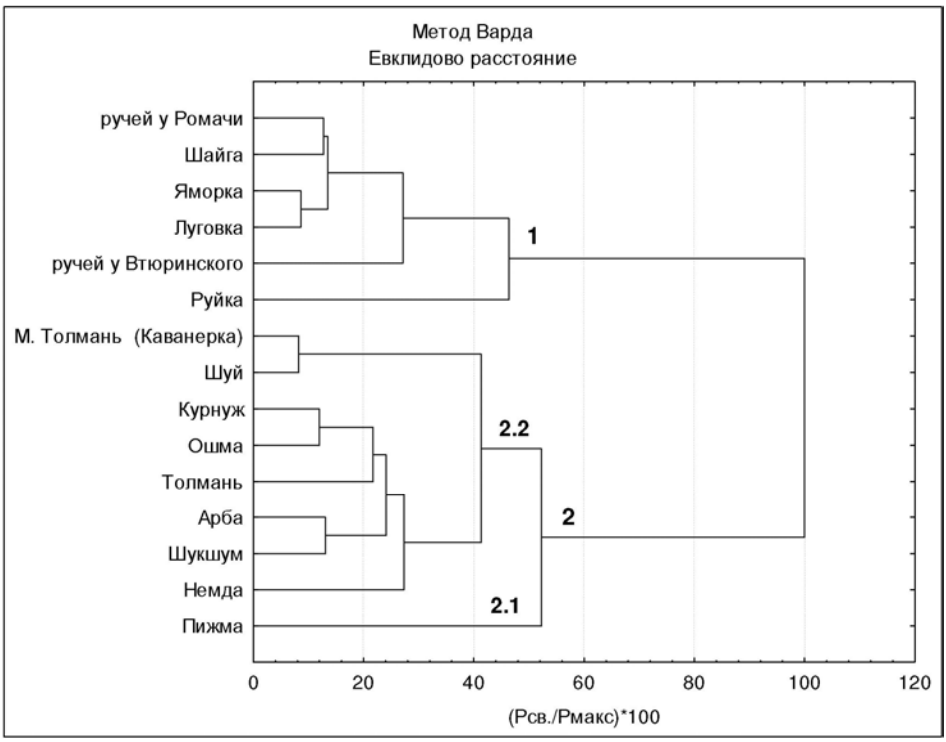


Рисунок 4 -**Дендрограмма сходства/различия, построенная методом Варда для 15 водотоков бассейна реки Пижмы по комплексу структурно-информационных показателей (6)**

Литература

Красная книга Республики Марий Эл: Редкие и исчезающие виды животных. Йошкар-Ола, 2002. 164 с.

Красная книга Нижегородской области. Т. 1. Животные. 2-е изд., перераб. и доп. Нижний Новгород: ДЕКОМ. 2014. 448 с.

Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М., 1982. 287 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). – М.: Пищевая промышленность. 1966. 376 с.

Природа Горьковской области. Горький, 1974. 416 с.

Природа Кировской области. Киров, 1960. 254 с.

Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. М.: МедиаСфера, 2002. 312 с.

Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. Учебник. М.: Бином-Пресс, 2007. 512 с.

ABSTRACT. The article deals with the species composition of fish fauna of the upper flow of the river Pizhma and some of its tributaries, the basin related to the Vyatka and in the northern part of the Nizhny Novgorod region and the Republic of Mari El, the natural researches which was carried out by employees of the Nizhniy Novgorod laboratory FSBSI GosNIORKh in 2004 and 2015. According to studies the cluster analysis on a range of structural and information is preliminary conclusion that ichthyocenosis watercourses the Pizhma pool vary depending on the length of the river.

ОЦЕНКА РОСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ У РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ *PARASALMO MYKISS* WALBAUM, 1792, ВЫРАЩЕННОЙ НА КОМБИКОРМАХ РАЗНОГО СОСТАВА

М.А. Назарова[1], О.Б. Васильева[2], Н.Н. Немова[2]

[1]*Вологодский государственный университет, Вологда, marinamarina35@yandex.ru*

[2]*Институт биологии КарНЦ РАН, Петрозаводск*

Решение вопросов рационального использования ресурсов внутренних водоемов относится к числу важнейших актуальных направлений современной биологии, включающих исследования в области ихтиологии, гидробиологии, физиологии, биохимии. Снижение вылова ценных видов рыб из естественных водоемов компенсируется их интенсивным выращиванием в искусственных условиях, в большей степени в морских акваториях (Моисеев и др., 2002; Бурлаченко, 2008; Tocher et al., 2004; Emre et al., 2007). Реализация основной задачи форелевых хозяйств, связанной с накоплением мышечной массы у рыб за короткий период времени, осуществляется за счет использования в качестве источника пищи искусственных кормов. Состав пищи в первую очередь влияет на метаболизм рыб, который определяет интенсивность их роста и развития, а также качество реализуемой форелеводами продукции. В настоящее время активно изучается влияние различных составов комбикормов на морфометрические и физиолого-биохимические характеристики культивируемых рыб, особенно лососевых, однако эти вопросы остаются все еще слабоизученными (Brown et al., 2010). Исходя из вышеизложенного, цель данной работы состояла в определении влияния кормов разного состава на темпы роста радужной форели.

Объектом исследования являлись неполовозрелые самки радужной форели *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792) возраста 1+, выращенные в неполносистемном форелевом хозяйстве, расположенном в северной части Ладожского озера. С марта по июнь рыбы, не различающиеся морфо-генетическими особенностями, содержались в одном садке и культивировались на комбикорме № 1. В июне данную форель разделили на два садка – группы №№ 1 и 2, одну из которых (группа № 1) продолжили кормить комбикормом № 1 (контрольная группа), вторую (группа № 2) перевели на корм другого производителя (корм № 2). Рыб выращивали в близкорасположенных садках, с целью нивелирования неконтролируемых факторов. С момента расселения форели, промеры рыб осуществляли подекадно в течение первого месяца, затем отбор проб проводили в третьей декаде каждого месяца до ноября.

Оценку длины, массы, прироста массы, прироста длины радужной форели, гепато-соматического индекса, наполненности кишечника, смертности рыб проводили по методике И.Ф. Правдина (1966) с учетом рекомендаций М.В. Мины (1981), Л.П. Рыжкова и др. (2000). В комбикормах определяли содержание общего белка, общих липидов, фосфолипидов, жирных кислот триацилглицеринов и фосфолипидов. Анализ осуществляли стандартными методами (Филиппович и др., 1975; Folch et al., 1957; Jamieson, 1975). Обработку данных проводили общепринятыми статистическими методами (Елисеева, 2007). Исследования выполнены с использованием Центра коллективного пользования научным оборудованием ИБ КарНЦ РАН.

В результате проведенных исследований в корме № 1 установлено более высокое содержание триацилглицеринов и ω6 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК); и низкий уровень структурных липидов (фосфолипидов и холестерина) и ω3 ПНЖК, по сравнению с кормом № 2. Содержание белка и общих липидов в обоих кормах было одинаково. Выявлено увеличение длины и массы радужной форели с июня по ноябрь. Различия линейно-весовых характеристик между исследованными группами рыб были установлены через сорок дней после расселения рыб. Динамика прироста массы форели групп №№ 1 и 2 была одинакова, однако интенсивность прироста массы форели между группами рыб различалась (таблица 1). Интересно отметить, что в августе прирост длины и массы рыб обеих исследованных групп был ниже, чем в июле, что, вероятно, связано со снижением частоты кормления рыб в обоих садках в связи с высокой температурой воды. Темп прироста длины и массы рыб группы № 2 был выше по сравнению с группой рыб № 1 через двадцать дней после перевода рыб на корм другой марки. Интенсивность прироста массы форели между группами рыб определялась, прежде всего, составом кормов, поскольку остальные условия культивирования рыб были одинаковыми. Так, высокий уровень структурных компонентов (фосфолипидов и холестерина) в корме № 2 способствовал более активному приросту массы рыб соответствующей группы. На темп роста радужной форели влияло содержание полиненасыщенных жирных кислот в комбикорме. ПНЖК являются предшественниками биологически-активных соединений, таких как эйкозаноиды, и выполняют ряд других важных функций. Для нормального развития радужной форели в комбикорме необходим высокий уровень длинноцепочечных ПНЖК семейства ω3 (таких, как эйкозапентаеновая 20:5ω3 и докозагексаеновая 22:6ω3 кислоты), которые способствуют активному росту рыб. Соответственно, меньший уровень длинноцепочечных ПНЖК в корме № 1, по сравнению с другим кормом, возможно, определял более низкий темп прироста длины и массы форели соответствующей группы (табл. 1).

Таблица 1 - **Морфометрические параметры радужной форели *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792)**

Дата	Группа рыб, №	Длина рыб, см	Масса рыб, г	Прирост массы рыб	Прирост длины рыб	ГСИ	Отход рыб, шт
6 июля	1	23,9	268	-	-	-	-
	2	24,1	269	-	-	-	-
15 июля	1	24,9	295	10,1	4,2	1,3	37
	2	26,1	302	12,3	8,3[a]	1,3	31
27 июля	1	25,1	333	12,9	0,8	1,4	35
	2	26,9	357	18,2[a]	3,1[a]	1,4	31
8 августа	1	25,5	354	6,3	1,6	1,7	10
	2	27,5[a]	388[a]	8,7	5,0[a]	1,4[a]	8
24 августа	1	27,6	462	30,5	8,2	1,8	31
	2	29,6[a]	622[a]	60,3[a]	7,6	1,5	26
25 сентября	1	31,8	649	40,5	15,2	1,8	65
	2	32,8[a]	824[a]	32,5[a]	10,8[a]	1,6[a]	22
28 октября	1	32,0	742	14,3	0,6	2,0	54
	2	34,2[a]	971[a]	17,8[a]	4,3[a]	1,6	24
27 ноября	1	32,1	1098	48,0	0,3	2,0	32
	2	34,5[a]	1251[a]	28,8[a]	0,9[a]	1,7	29

Примечание: а – различия достоверны при $p \leq 0,05$ при сравнении рыб групп №№ 1 и 2

Гепато-соматический индекс (ГСИ) у радужной форели группы № 1 был достоверно выше, чем у рыб группы № 2 спустя месяц после перевода рыб группы № 2 на комбикорм с более сбалансированным составом. ГСИ у всех изученных групп рыб возрастал с июля по ноябрь, что, вероятно, связанно с активным кормлением рыб в данный период. В течение всего периода исследования отход рыб был выше у рыб группы № 1. Различия в показателе ГСИ и смертности форели между группами рыб №№ 1 и 2 могут быть связаны с составом кормов: интенсивный способ культивирования рыб в большей степени отразился на здоровье рыб группы № 1, по сравнению с рыбами группы № 2, что, вероятно, определялось высоким уровнем калорийных триацилглицеринов в корме № 1.

Таким образом, интенсивность ростовых процессов зависит от уровня структурных липидов и ω3 полиненасыщенных жирных кислот в комбикормах.

Работа выполнялась в рамках государственного задания № 0221-2014-0003, при финансовой поддержке проекта № 0221-2015-0003.

Литература

Бурлаченко И.В. Актуальные вопросы безопасности комбикормов в аквакультуре рыб. М.: Изд-во ВНИРО. 2008. 183 с.Елисеева И.И. Статистика. М.: Высшее образование. 2007. 566 с.

Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. М.: Наука. 1976. 291 с.

Моисеев П.А., Карпевич А.Ф., Романычева О.Д. Морская аквакультура. М.: Агропромиздат. 2002. 264 с.Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая пром-сть. 1966. 96 с.

Рыжков Л.П., Кучко Т.Ю., Кучко Я.А. Выращивание форели в садках. Петрозаводск: ПетрГУ. 2000. 56с.

Сидоров В.С., Лизенко Е.И., Болгова О.М., Нефедова З.А. Липиды рыб. 1. Методы анализа. Тканевая специфичность ряпушки Coregonus albula L. // Лососёвые (Salmonidae) Карелии. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1972. В. 1. С. 152–163.

Филиппович Ю.Б., Егорова Т.А., Севастьянова Г.А. Практикум по общей биохимии. М.: Просвещение. 1975. 318 с.

Brown T.D., Francis D.S., Turchini G.M. Can dietary lipid source circadian alternation improve omega-3 deposition in rainbow trout // Aquaculture., 2010. V. 300. № 1-4. P. 148–155.

Emre Y., Okumus I., Maltas O. Trout farming. Marine aquaqulrure in Turkey // Turkish Marine Reserch Faundation. Istambul Turkey. 2007. P. 21–26.

Folch J., Lees M., Stanley G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues // J. Biol. Chem., 1957. V. 226. P. 497–509.

Jamieson G.R. GLS–identification techniques for longchain unsaturated fatty acids // J. Chromatogr.Sci., 1975. V. 13. № 10. P.491–497.

Tocher D.R., Fonseca-Madrigal J., Dick J.R., Ng W.K., Bell J.G., Campbell P.J. Effects of water temperature and diets containing palm oil on fatty acid desaturation and oxidation in hepatocytes and intestinal enterocytes of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) //Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology. 2004. V. 137. № 1. P. 49–63.

ABSTRACT. Dynamics of growth performance at immature female rainbow trout *Rarasalmo mykiss* (Walbaum, 1792), grown in the trout farm by using different diet were studied. It is shown that the dietary lipids affected on the intensity of the growth of trout weight. The positive dynamics of growth processes are directly dependent on the level of dietary structural lipids and ω3 polyunsaturated fatty acids.

БИОТЕХНИКА ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ УГРЯ В УЗВ НА 1 ЭТАПЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

И.В. Немцев[1], Е.И. Хрусталев[2]
Калининградский государственный технический университет, Калинингра,
*[1]nemec.ilya1@mail.ru; [2]*chrustaqua@rambler.ru

Европейскому угрю в Евросоюзе уделяют особое внимание в связи с резким сокращением его численности популяции в пределах ареала. Принятая в 2007 году «Европейская декларация по угрю» предусматривала ряд обязательных мер (Concil Regulation.., 2005; Draft report.., 2005), которые способствовали бы сохранению и увеличению численности угря в водоемах Европы.

К таким мерам были отнесены:

- преимущественное направление стекловидной личинки или подрощенной молоди на зарыблении рыбохозяйственных водоемов;
- ограничительные меры в период лова половозрелого угря на маршрутах нерестовой миграции;
- направление 35-40% молоди угря выращиваемой в товарных рыбоводных хозяйствах на целезарыбление рыбохозяйственных водоемов.

Последние два года показывают тенденцию увеличения численности стекловидной личинки, заходящей в реки западной Европы и северной части Африканского континента.

В Калининградской области Российской Федерации имеются два крупных водоема (Калининградский и Куршский заливы), в которых в 50–70-е годы прошлого столетия вылавливалось суммарно до 500 т угря.

Однако к настоящему времени суммарный улов не превышает 5 т, а это обуславливает целесообразность зарыбления заливов молодью угря, положительный эффект от этого будет очевидным. В основе этого утверждения опыт зарыбления Калининградского (Вислинского) залива стекловидной личинкой угря, проводимой в Польше с 1970 – 1994 годы. В среднем по годам объемы зарыбления стекловидной личинкой составляли около 8 млн. шт.

За фиксируемый нами 35-летний промежуток времени имело место освоение промыслового возврата от результатов зарыбления молодью угря в 1970-1974 гг. При этом исходили, что освоение промвозврата началось с 1973-1974 гг. и завершилось в 2006 г. За весь обозначенный период в российской части Вислинского залива было выловлено 2030 т угря. Если исходить из российской доли в уловах угря 33%, то вылов угря Польшей мог составить в этот период около 4120 т угря. Суммарно 6150 т.

Возможный промвозврат за этот период составил бы 3554 т. Таким образом, можно предположить, что доля угря, естественным путем зашедшего на нагул в залив, составила 2596 т или 42,2%. Соответственно в структуре среднегодовых уловов за весь период: в российской части 67,7 т/год общий вылов, в том числе 28,6 т/год от естественного пополнения и 39,1 т/год от зарыбления молоди; в польской части 137,4 т/год общий вылов, в том числе 57,7 т/год от естественного пополнения и 79,7 т/год от зарыбляемой молоди (Хрусталев, 2013).

На рисунке 1 представлен анализ фактических уловов угря в исследуемый период и вероятные доли в нем уловов, полученных от вселяемой молоди угря.

Предваряя участие российской стороны в зарыблении молодью угря указанных заливов, нами была поставлена цель – разработать биотехнику выращивания посадочного материала с учетом перспективы использования его для вселения в заливы, а так же товарного выращивания в установках замкнутого цикла водообеспечения (УЗВ).

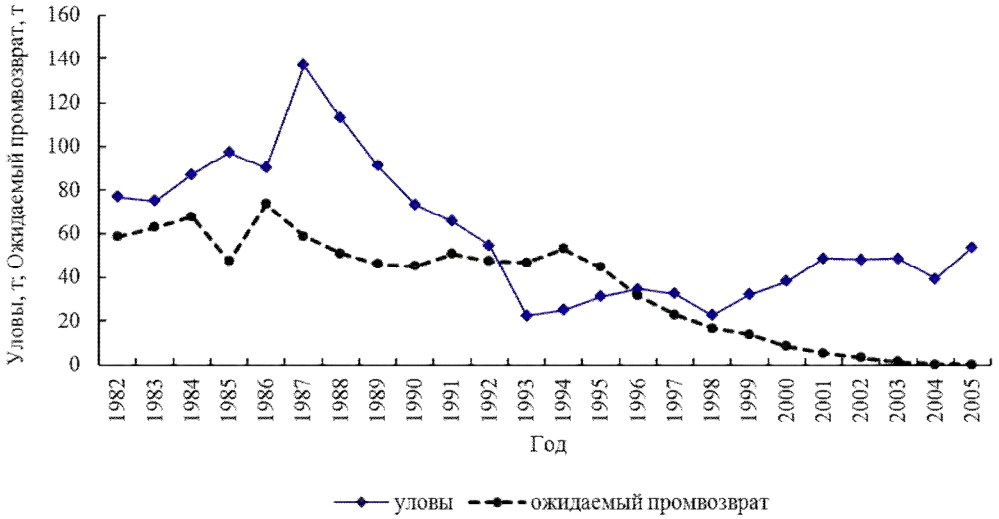


Рисунок 1 – **Динамика уловов и ожидаемого промвозврата (Хрусталев, 2013)**

В виду того что до настоящего времени не решен вопрос завоза стекловидной личинки на территорию России со стороны Евросоюза исследования по данной тематике проводятся на угревом предприятии “Aquaprime” Республики Польша. Проведение данных работ предполагает, что в ближайшее время ожидается положительное решение по завозу стекловидной личинки на территорию России и в этом случае, разработанные нами технологии найдут применение на угревых предприятиях Калининградской области, тем более что инвестиционный интерес к этой тематике очевиден. Разработку биотехники выращивания молоди угря

при достижении масса 30 г проводили в установке замкнутого цикла водообеспечения. В состав установки входили 10 бассейнов размером 1×1 м, 16 бассейнов – 1,5×1,5 м, биофильтр с плавающей загрузкой объемом 27 м^3, дегазатор объемом 6 м^3, оксигенатор, ультрафиолетовые устройства. Управление основными параметрами среды (температура, содержание O_2, pH, расход воды) было автоматизировано. Стекловидные личинки угря были завезены в середине января 2016 года, средняя масса личинок была 0,32 г. Плотность посадки личинок составляла от 22 до 27 тыс. шт/м^3.

Первую сортировку провели с участием молоди угря через две недели после посадки на выращивание, вторую – через месяц после посадки. В дальнейшем очередность сортировки составляла раз в 2 недели в течение первых двух месяцев. В дальнейшем алгоритм проведения сортировки предполагался ежемесячный. Первые 20 суток личинок кормили мороженой икрой трески, через 5 суток после посадки личинок начинали приучать к искусственному корму, на который полностью переходили по завершению кормления икрой трески.

На рисунке 2 представлены данные об изменении средней массы молоди угря в первые три месяца выращивания.

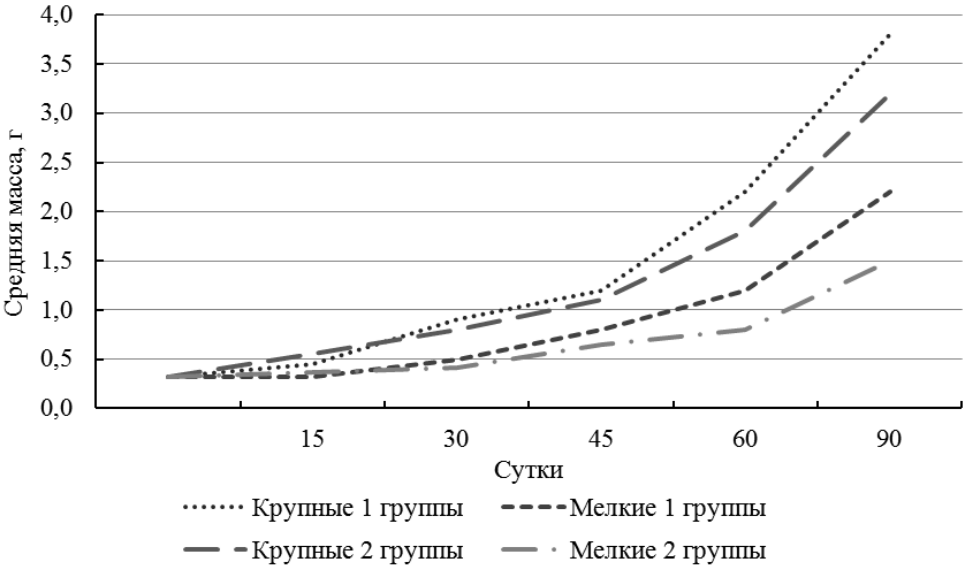


Рисунок 2 – **Средняя масса угря двух групп выращенных на протяжении трех месяцев**

Как следует из данных рис. 2 начальная масса стекловидной личинки составила 0,32 г. Далее через 15 суток была выделена группа, в которой провели сортировку на два модальных класса. Последующие сортировки в течение первых двух месяцев выращивания в этой группе проводились через 15 сут. Во второй группе первую сортировку провели через месяц после посадки личинок в бассейны на выращивание. Следующую сортировку в этой группе проводили через 15 суток, учитывая положительные результаты по росту в первой группе. В завершающий месяц выращивания провели одну последнюю на этом этапе сортировку в обеих группах.

Полученные результаты показывают целесообразность проведения более частых сортировок, начиная с момента посадки стекловидной личинки. Таким образом, в первой группе к концу первого месяца выращивания, средняя масса крупной молоди составила 0,9 г, а мелкой – 0,5 г. Во второй группе, в которой не проводилась первая промежуточная сортировка, средняя масса крупной и мелкой особи оказалась ниже. В дальнейшем тенденция ускоренного роста молоди первой группы подтвердилась и к концу третьего месяца крупная молодь достигла массы 3,8 г, а мелкая – 2,2 г, что так же оказалось выше, чем во второй исследуемой группе.

Учитывая то, что обоснованная нами схема зарыбления Калининградского и Куршского залива молодью угря предлагают ориентироваться на массу зарыбляемой молоди 3–5 г (Биотехнический и производственный.., 2009). Таким образом, выращенную молодь первой группы к середине апреля уже можно выпускать на пастбищный нагул в водоемы, молодь второй группы целесообразно подрастить некоторое время, когда она достигнет рекомендуемой массы. Принимая во внимание то, что температура воды в указанных заливах в середине апреля еще крайне низкая (6–7 ºС), поэтому очевидным представляется, что к середине – концу мая, когда температура воды в заливах повысится до 15–20 ºС и зарыбление водоемов станет целесообразным, вся выращенная молодь угря достигнет рекомендуемой массы и даже превысит её. Предлагаемая схема зарыбления водоемов молодью угря согласуется с опытом Польши, которая в последние два года отказалась от осенних сроков зарыбления Вислинского залива и озер на территории Польши и перешла на зарыбление подрощенной молодью угря в указанных водоемах в мае – июне, когда температура воды выше 15 ºС.

Таким образом, разрабатываемая нами биотехника выращивания молоди угря на первых этапах, по завершении которого принимается решение о выпуске её в рыбохозяйственные водоемы или в дальнейшем направление ее на товарное выращивание, позволяет ориентировать рыбоводный процесс по срокам завоза стекловидной личинки на рыбоводные предприятия (УЗВ), начиная с середины января и завершая концом февраля, что позволяет к маю – июню вырастить молодь с необходимой весовой кондицией и обосновывает целесообразность проведения в первые 2 месяца выращивания сортировок с очередность через 2 недели.

Литература

Concil Regulation establishing measures for the recovery of the stock of European Eel. - Brussel, 2005. 11 p.

Draft report on the proposal for a Concil regulation establishing measures for the recovery of the stock of European Eel // Evropean Parlament / Committee on Fisheries. 2005. 11 p.

Биотехнический и производственный потенциал пастбищной аквакультуры на трансграничных водоемах России и Литвы / Е.И. Хрусталев, Т.М. Курапова, В.В. Жуков, Л.В. Савина, К.Б. Хайновский, О.Е. Гончаренок, А.Б. Дельмухаметов, В.Е. Хрисанфов, Э.В. Бубунец, В. Вайтекунас, А. Домаркас, Л. Керосерюс. Калининград: изд-во "ИП Мишуткина И.В.", 2009. 198 с.

Хрусталев Е.И. Биологические и технологические основы угреводства. Ольштын, Изд-во Солярис Друк. 2013. 305 с.

ABSTRACT. In this work the cultivation of biotechnic of eel planting material because of its use of the prospects for moving into the bays, as well as the commercial cultivation of plants in recirculation aquaculture system (RAS).

ГИДРОХИМИЧЕКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ БИОПРОДУКТИВНОСТИ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Г.И. Несветова
Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга (ГосНИОРХ), Санкт-Петербург, nginva@yandex.ru

Среди множества индикаторов качества среды водных экосистем важное место занимают абиотические показатели. Это обусловлено тем, что их изменчивость во времени и пространстве влияет на распределение биологических организмов, скорость роста и обменных процессов, а также отражает уровень и степень трансформации и обмена вещества и энергии, которые формируют биопродуктивность водоема.

Анализ взаимообусловленности процессов, ведущих от биогенных элементов через фито– и зоопланктон к рыбе, способствует концептуальному пониманию механизмов, обеспечивающих внутренние взаимосвязи на пути к формированию биомассы промысловых организмов, интенсивное изъятие которых осуществляет человек.

Цель настоящей работы – показать пути использования гидрохимических показателей в системе «среда-организм» для диагноза и прогноза состояния отдельных компонентов экосистемы Баренцева моря. Автор счел возможным обратить внимание коллег, занимающихся исследованиями пресноводных водоемов, на возможности реализации аналогичных подходов.

Первое, на что следует обратить внимание при рассмотрении абиотических компонентов экосистемы, это возможность использования информации для оценки степени изменений, а порой и деградации экосистем под влиянием различных экзогенных факторов. При этом важно не просто констатировать отмеченные отклонения, но и анализировать их воздействие на биологические организмы.

Так, например, для Баренцева моря анализ абиотических условий воспроизводства трески позволил установить основную причину появления различных уродств у личинок этого вида рыб (Влияние океанологических…, 1991). При выявлении локальных аномалий абиотических характеристик основной оказалось содержание кислорода в поверхностных водах, что позволило считать данный фактор индикатором аномалий, вызвавших появление уродств у эмбрионов. При этом отмечено, что кислородонасыщение вод не было критически малым, что могло вызвать гибель организмов, но по сравнению со среднемноголетними данными оно отличалось в сторону уменьшения. Возможно, отмеченная связь была опосредованной, т.е. основной причиной появления большого числа личинок с различной степенью уродств было загрязнение акватории, повлекшее за собой сни-

жение концентраций кислорода, либо содержание кислорода явилось индикатором нарушения сложных трофических взаимодействий в экосистеме. Однако факт существования такой связи доказан.

Выявлено также влияние гидрохимических показателей среды на выживаемость личинок трески Баренцева моря. Известно, что сущность связи продукционного цикла с динамикой численности рыб состоит в согласовании моментов массового появления личинок и их корма. Очевидно, что наличие пищи, пригодной для личинок, связано с продуктивностью фитопланктона, которая, в свою очередь, тесно связана (в условиях совместного воздействия с другими факторами) с гидрохимическими характеристиками среды — материальной базой биологической продуктивности.

Наличие достаточного количества биогенных элементов само по себе еще не обеспечивает высокого уровня численности фитопланктона, так как лимитировать его развитие может любой из факторов, влияющих на этот процесс. Известная зависимость между величиной продукции и запасом биогенных элементов не ложна, считает Д.Х. Кушинг (1979), но иногда наблюдаемый в море уровень содержания биогенных элементов может быть следствием продукционных процессов, а не их причиной. Однако из анализа крупномасштабного распределения основных биогенных веществ и величин первичной продукции следует, что их значения, в общем, положительно скоррелированы друг с другом.

Учитывая вышеизложенные концепции, мы попытались выяснить, существует ли связь между коэффициентом выживания трески и уровнем зимних и предвесенних концентраций фосфатов в репродуктивной зоне (атлантические воды восточных районов Баренцева моря). Поскольку натурных данных, необходимых для установления достоверной связи было недостаточно, мы восстановили эти значения (рисунок). Для восстановления пропусков в ряду наблюдений за предвесенними стартовыми концентрациями фосфатов осуществлялся поиск связей между этими характеристиками и предшествующими гидрологическими условиями, а именно температурой воды в предшествующий осенне-зимний сезон (Бойцов, Несветова, 1995). Установлено, что в наибольшей степени уровень стартовых концентраций фосфатов в поверхностных водах Мурманского течения определяется температурой воды в слое 0-50 м этого же течения в октябре и ноябре года, предшествующего исследуемому. Коэффициенты корреляции составили -0,70 и -0,76 при длине ряда n=11.

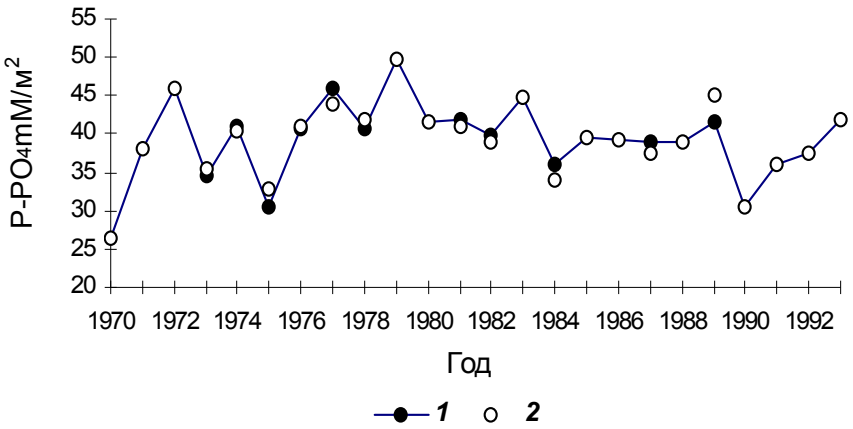


Рисунок - **Динамика межгодовой изменчивости предвесенних запасов фосфатов (mM/м^2) в слое 0-50 м в Мурманском течении Баренцева моря**:
1 — истинные значения, 2 — значения, восстановленные по регрессионному уравнению

Следует отметить, что выявленная связь является асинхронной, что позволяет прогнозировать величины предстартовых концентрация фосфатов по данным о температуре воды с заблаговременностью 4-5 месяцев.

Выявлена положительная связь между коэффициентом выживания трески (отношение количества двухгодовиков к популяционной плодовитости - 2+/ПП) и уровнем изъятия фосфатов за период от предвесеннего максимума (март) до летнего минимума (июль) (r=0,58, n=10, p=0,95) в районе откорма молоди рыб. Кроме того, показано, что в мае в зоне нереста трески существует тесная положительная связь между степенью насыщенности вод кислородом и процентом выживших рыб до возраста 2+ от количества отложенной икры (r=0,73-0,84, n=10, p=0,95).

Вышеизложенное является доказательством правомочности использования данных по содержанию биогенных элементов и кислорода для экспертной оценки степени обеспеченности личинок рыб пищей и их выживания. По степени пересыщения воды кислородом можно судить с некоторой степенью приближения о величине биомассы фитопланктона, обусловившей это пересыщение. Сырая биомасса фитопланктона может быть рассчитана по формуле (Приемы оценки…, 1977):

$$P=10,7\cdot\Delta O_2, \qquad (1)$$

где P - сырая биомасса фитопланктона, г/м^3;

ΔO_2 - степень пересыщения вод кислородом, рассчитанная как разность между реальной концентрацией, измеренной *in situ*, и теоретической при данных температуре и солености.

Учитывая, что 1 г биомассы фитопланктона содержит 0,35 ккал энергии (Богоров, 1968), получим

$$P=10,7\cdot\Delta O_2,\cdot 0,35=3,74\ \Delta O_2, \quad \text{ккал/м}^3\ (\text{или кал/дм}^3), \qquad (2)$$

По Раймонту (1983) показатель экологической эффективности (передачи энергии на следующий трофический уровень) в среднем для морских экосистем составляет 10 %. Приняв за основу этот коэффициент, получим значение оптимальной концентрации пищи (кал/дм^3) по зоопланктону (науплии копепод):

$$P=0,37\ \Delta O_2, \qquad (3)$$

Таким образом, зная степень насыщенности вод кислородом, можно дать экспертную оценку обеспеченности пищей личинок аркто-норвежской трески. Критерием сравнения могут быть экспериментально полученные значения оптимальной концентрации корма 21-190 науплий в 1 дм^3 (Tilseth, 1984). В соответствии с устной информацией А.А. Дегтеревой средняя масса одной науплии сооответствует 0,003 мг, следовательно, масса оптимального количества корма будет составлять 0,06-0,6 мг/дм^3. Так как калорийность 1 мг зоопланктона составляет примерно 0,5 кал (Богоров, 1968), оптимальная концентрация корма в калориях будет равна 0,03-0,3 кал/дм^3. Решим уравнение (3) относительно ΔO_2, получим ΔO_2=0,1-1,0 мл/дм^3 или 0,2-1,4 мг/дм^3. Это значит, что при пересыщении воды кислородом на 0,2-1,4 мг/дм^3 можно ожидать хороших условий питания личинок аркто-норвежской трески при прочих благоприятных абиотических факторах, в частности, ветровых условиях, которые способны вызвать гомогенное вертикальное распределение как личинок трески, так и кормовых организмов, что вызывает ухудшение условий питания (Mackenzie, Kiortboe, 2000).

Поскольку в период вегетации фитопланктона пересыщение кислородом вод Баренцева моря почти повсеместно превышает 0,2 мг/дм^3, вышеприведенные рассуждения убеждают нас в том, что экосистема Баренцева моря действительно «работает» с эффективностью 10 %.

Поскольку выживаемость рыб в раннем онтогенезе есть функция сбалансированности системы «личинки рыб - кормовые организмы», естественно предположить линейность связи между степенью насыщенности вод кислородом и показателями выживания рыб. При анализе графиков годового хода концентраций кислорода было замечено, что форма кривых в разные года значительно различается, что косвенно характеризует темп наращивания процессов продуцирования фитопланктона весной. В некоторые годы максимум насыщения вод от весны к лету достигается стремительно, в другие годы — медленно, максимумы слабо выражены, «размыты».

Не имея практических данных для оценки весенних темпов первичного продуцирования по скорости наращивания биомассы или численности фитопланктона, мы воспользовались косвенным показателем — величиной тангенса угла наклона кривой, характеризующей скорость кислородонасыщения вод от весны к лету в различные по теплосодержанию вод годы. Эта величина может служить количественным мерилом скорости наращивания продукционных процессов на первом трофическом уровне (Несветова, 2002).

Расчеты коэффициентов корреляции показали, что выживание трески зависит от темпа весеннего продуцирования организмов первого трофического уровня, количественно оцененного по величине тангенса угла наклона кривой годового хода кислородонасыщения к оси абсцисс ($r=0,88$, $n=10$, $p=0,95$). Линейная зависимость между этими показателями обусловлена хорошим откормом и быстрым ростом рачков при интенсивном развитии фитопланктона (Дегтерева, 1979).

Как правило, наличие большого объема информации и оперирование средними значениями абиотических показателей «сглаживает» некоторые допущения, которые, безусловно, присутствуют при анализе связей между материальной основой формирования первичного органического вещества и организмами конечного звена трофической цепи. В реальных условиях в водных экосистемах присутствует множество прямых и обратных межорганизменных связей, которые позволяют конкретизировать качественную и количественную характеристики материальных и энергетичских потоков.

Очевидно, вышеизложенное явилось еще одним доказательством одного из законов Коммонера – «все связано со всем».

Литература

Богоров В.Г. Продуктивность океана. Первичная продукция и ее использование в пищевых целях//Основные проблемы океанологии. — М., 1968. — С.138-145.

Бойцов В.Д., Несветова Г.И. О возможности реконструирования сезонного хода гидрохимических элементов в водах южной части Баренцева моря//Вопросы промысловой океанологии Северного бассейна: Сб.науч. тр.ПИНРО. – Мурманск: изд-во ПИНРО, 1995. – С. 23 – 29.

Влияние океанологических и антропогенных факторов на эмбриогенез трески в районе Лофотенского мелководья/Мухина Н.В., Голубева Т.А., Несветова Г.И., Двинина Е.А.//Антропогенное воздействие на экосистемы рыбохозяйственных водоемов Севера: Сб.науч.тр./ПИНРО. — Мурманск 1991. — С.129-153.

Дегтерева А.А. Закономерности количественного развития зоопланктона в Баренцевом море//Тр./ПИНРО. — 1979. — Вып.43. — С.22-53.

Кушинг Д.Х. Морская экология и рыболовство: Пер. с англ./Под ред. В.П.Серебрякова. — М.: Пищевая пром-сть, 1979. — 288 с.

Несветова Г.И. Гидрохимические условия функционирования экосистемы Баренцева моря. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2002. - 295 с.

Приемы оценки биопродуктивности морских районов по данным об океанографических характеристиках среды/Гололобов Я.К., Елизаров А.А., Павлов В.А. и др.//ЦНИИТЭИРХ: Промысловая океанология. — 1977. — Вып.5. — 32 с.

Раймонт Дж. Планктон и продуктивность океана: Пер. с анг./Под ред. В.И.Ведерникова, В.В.Сапожникова. — М.: Легкая и пищевая пром-сть. — 1983. — Т.1. — 568 с.

Садчиков А.П., Котелевцев С.В., Остроумов С.А. Экологическая значимость размерной структуры фитопланктона и ее влияние на продуктивность водоемов//Ж. Рыбное хозяйство, 2016. – N 1. – С.14 – 16.

Сорокин Ю.И. Об интенсивности потребления минерального фосфата микропланктоном//Фронтальные зоны юго-восточной части Тихого океана (биология, физика, химия). — М.: Наука, 1984. — С.100-108.

Теплинская Н.Г. Пространственное распределение и сезонная динамика сапрофитого бактериопланктона//Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря. — Апатиты, 1985. — С.85-94.

Титов О.В. Трансформация фосфатов и первичная продукция в Баренцевом море//Материалы отчетной сессии по итогам НИР ПИНРО в 1993 г. — Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1994. — С.296-311.

Харвей Х.В. Современные успехи химии и биологии моря. — М.: Иностранная литература, 1948. — 164 с.

Шевченко А.В., Галкин А.С. О прогнозировании сроков подхода мойвы Баренцева моря на нерест к берегам Мурмана//Биология и промысел пелагических рыб Северного бассейна: Сб.науч.тр./ПИНРО. — Мурманск, 1983. — С.31-36.

Ярагина Н.А. Динамика жирности аркто-норвежской трески в 1967-1990 гг./Экологические проблемы Баренцева моря: Сб.науч.тр./ПИНРО. — Мурманск, 1992. — С.3-35.

Aure J., Stigebrandt A. On the influence of topographic factors upon the oxygen consumption rate in sill basins of fjords//Estuarine, Coast. and Shelf Sci. — 1989. — Vol.28. № 1. — С.59-69.

Birkeland C. Differences among coastal systems: the controlling influences of nutrient input and the practical implications for management//UNESCO Repts Mar. Sci. — 1992. — P.1-16.

Drobysheva S.S., Nesvetova G.I., Tereshchenko V.V. Impact of capelin fishery on the Barents Sea ecosystem//ICES/SCOR Symp. “Ecosystem effect of Fishing”. — 1999. — P.27.

Drobysheva S.S., Tereshcenko V.V. The importance of oceanographic observations for evaluation of the productive potential of the Barents Sea//The Symp. of Hydrographical variability in the ICES area, 1980-1989. — Copenhagen, 1991. — P.46.

Erga S.R. Ecological studies on the phytoplankton of Boknafjorden western Norway. Enviromental control of photosynthesis//Plankton Res. — 1989. — Vol.11, № 4. — P.785-812.

MacKenzie B.K., Kiortboe T. Larval fish feeding and turbulence: A case for downside//Limnol. and Oceanogr. — 2000. — Vol.45, № 1. — P.1-10.

Palumbi S.R. Humans as the world’s greatest evolutionary force// Science. — 2001. — Vol.293, № 5336. — P.1786-1790.

Redfield A. On the proportions of organic derivates in sea water and their relation to the composition of plankton of sea//J. Johnston Mem. vol. — Univ. press Liverpool. — 1934. — P.176-192.

Rey F. Phytoplankton and its primary production in the northern Barents Sea//Fisken og Havet. — 1993. — № 10. — 39 pp.

Rey F., Skjoldal H.R., Slagstad D. Primary production in relation to climatic changes in the Barents Sea//The effect of oceanographic conditions on distribution and populatin dynamics of commercial fish stocks in the Barents Sea: Proceedings of the third Sov.-Norv. Symp. — Murmansk, PINRO, 1987. — P.29-46.

Richards F.A. Dissolved gases other than carbon dioxyde//Chemical Oceanography. — New York-London, Academic Press. — 1965. — P.197-235.

Tilseth S. The distribution of cod larvae and prey organism in the Lofoten area related to critical prey concentrations//Proc. of the first Sov.-Norw. Symp. on Reproduction and Recruitment of Arctic Cod. — Bergen, 1984. — P.36-71.

ABSTRACT. It is considered the possibilities of using hydro-chemical parameters in the system "environment-organism" for the diagnosis and prognosis of the state of individual components of an ecosystem, as well as for calculation of primary production.

ВОСТОЧНАЯ ЧАСТЬ ФИНСКОГО ЗАЛИВА: ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЕ ЧЕРТЫ

Г.И. Несветова, В.Д. Бойцов, Ю.А. Зуев

Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга (ГосНИОРХ), Санкт-Петербург, niorh@niorh.ru

Финский залив - один из крупных заливов Балтийского моря, которое является внутриматериковым водоемом Атлантического океана. Акватория привлекает к себе внимание исследователей в силу ряда причин, основными из которых является ее значимость для воспроизводства и откорма некоторых видов рыб, для аккумуляции стока речных и сточных вод крупных промышленных городов, расположенных на берегах залива.

В основу настоящей работы положены фондовые материалы ГосНИОРХ, литературные данные и многолетние данные электронного атласа ЕСИМО "Климат морей России и ключевых районов Мирового океана. Балтийское море" (2007).

Гидрологические условия залива формируются под влиянием климатических и гидрометеорологических процессов, рельефа дна, изрезанности береговой линии, пресноводного стока крупных рек и особенностей водообмена залива с открытой частью Балтийского моря.

Географическое положение акватории и связанные с ним климатообразующие факторы накладывают отпечаток на значительную сезонную изменчивость температуры воды Финского залива. По многолетним данным зимой (декабрь-февраль) температура воды поверхностного слоя восточной части близка к 0 °С, а ее пространственные различия не превышают 0,5 °С. В середине мая средняя месячная температура поверхностных вод в прибрежной зоне увеличивается до 7–11 °С у о. Мощный и до 6-8 °С у о. Гогланд. Ее сезонное повышение обычно продолжается до июля – августа, а годовой климатический максимум (16-20 °С) приходится на конец августа – начало сентября. В этот период формируется наиболее хорошо развитый термоклин. Так по измерениям температуры воды, выполненным во время экспедиционных исследований ФГБНУ ГосНИОРХ 8-14 августа 2014 г. с помощью океанографического зонда на 9-ти станциях разреза в восточной части Финского залива, слой ее скачка располагался между 10-22 м (рисунок 1). Среднее значение вертикального градиента температуры воды в термоклине составляло 1,2 °С/м.

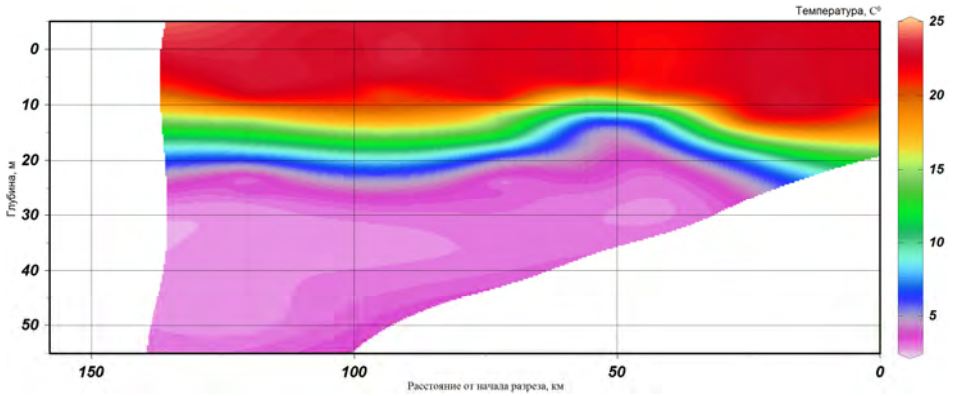


Рисунок 1 - **Вертикальное распределение температуры воды на разрезе в восточной части Финского залива 8-14 августа 2014 г.**

После наступления годового максимума начинается охлаждение водных масс, которые становятся плотнее и опускаются вниз, что приводит к перемешиванию и выравниванию по вертикали их основных характеристик. К концу октября – началу ноября в прибрежной полосе с глубинами до 15–25 м стратификация вод по температуре практически отсутствует. Такая вертикальная структура не изменяется до конца марта.

В таблице 1 представлена температура воды на стандартных горизонтах, осредненная за 1977-2006 гг. в одноградусных трапециях Марсдена с координаторами центров 60°05 с. ш. и 27°00 в. д. и 60°30 с. ш. и 28°30 в. д.

Таблица 1 - **Средняя за 1900-2004 гг. температура воды (°С) в восточной части Финского залива в одноградусных трапециях Марсдена (Климат морей России…, 2007)**

Горизонт, м	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
центр трапеции 60°05 с. ш. и 27°00 в. д.												
0	0,8	-0,4	0,2	0,6	4,4	10,0	15,4	16,0	13,5	8,6	5,7	3,0
10	0,5	0,0	0,1	0,3	3,3	7,5	13,2	14,6	12,5	8,4	6,1	4,1
20	0,8	0,2	0,1	0,4	1,8	4,7	7,2	7,9	10,4	8,2	6,1	4,3
30	1,0	0,4	0,3	0,4	1,4	2,5	3,5	3,9	7,8	6,0	5,3	4,4
50	3,0	2,5	2,2	2,5	2,3	2,5	2,6	3,3	3,1	3,2	4,1	3,9
	центр трапеции 60°30 с. ш. и 28°30 в. д.											
0	0,6	-0,2	0,4	1,0	4,5	10,0	15,8	17,3	13,4	10,9	3,3	2,1
10	0,5	0,0	0,3	0,9	2,7	7,6	14,0	16,8	12,7	11,2	4,9	3,6
20	0,9	0,3	0,2	0,5	1,0	2,8	3,4	8,9	11,0	10.8	5,1	3,5
30	1,8	0,6	0,3	0,4	1,4	2,0	2,4	3,3	7,2	6,8	5,1	4,2

Анализ табличных данных показал, что минимум годового хода температуры воды на всех горизонтах приходится на февраль-март, тогда как время наступления максимума меняется с увеличением глубины. В верхнем 10-метровом слое в центральных районах восточной части Финского залива максимум наблюдается в августе, в слое 20-30 м он запаздывает на один месяц, а на глубине 50 м смещается на ноябрь. Это связано с вертикальным перемешиванием вод, которое и определяет наличие такой тепловой «волны».

Анализ изменчивости температуры воды поверхностного слоя в восточной части Финского залива за 65 лет выявил наличие в ее межгодовой динамике линейного положительного тренда, вклад которого в общую изменчивость составляет около 34%. С 1950 по 2014 г. самая низкая температура была отмечена в 1987 г. (аномалия – 1,2 °С), а самая высокая - в 2014 г. (аномалия 1,8 °С). При этом, начиная с 1999 г., она всегда превышала норму.

В формировании циркуляции вод восточной части Финского залива основную роль играют ветровые течения, а также движение водных масс при возникновении длинных волн, образующихся в результате перемещения неоднородного поля атмосферного давления при прохождении циклонов. Под воздействием касательного напряжения ветра на морскую поверхность ветровые течения летом распространяются до термоклина, который занимает верхний 20-30 метровый слой. В холодный период они прослеживаются до глубины 60-70 м, где залегает галоклин. В поверхностном слое скорость течений в центральной части Финского залива составляет 20-25 см/с, быстро уменьшаясь с глубиной (Проблемы исследования и математического …, 1997).

Одним из основных параметров, характеризующих гидрохимический режим водоема, является кислород, концентрация которого в воде служит индикатором интенсивности протекания химических и биохимических процессов. Благоприятный режим этого газа – одна из главных предпосылок нормального развития и воспроизводства водных организмов и функционирования всей экосистемы, которая откликается на загрязнение дефицитом кислорода. При вторичном загрязнении вод вследствие эвтрофирования также возникает дефицит кислорода вплоть до полного его исчезновения в глубинных слоях.

Такие явления уже зарегистрированы в восточной части Финского залива. Наличие гипоксийных зон в глубинных водах восточной части Финского залива обнаружено в 2001, 2003, 2006 и 2010 годах. При этом кислородные условия придонных вод ухудшаются год от года. Если в течение 80-90-х годов прошлого столетия на станции, расположенной в его глубоководной части, не наблюдалось бескислородных зон, то после 2000-го года гипоксия придонных вод отмечена уже четыре раза (Исаев, 2010; Eremina, Karin, Isaev, 2004). За последние 10 лет увеличилась и площадь гипоксийных зон (Солощук, Кочеткова, 2011). 2010 год из-за экстремально жаркого лета был самым бедным по кислороду годом.

Среднемноголетние концентрации кислорода (мл/л) в восточной части Финского залива были рассчитаны нами по материалам электронного атласа

«Климат морей России…» (2007), где представлены данные за период с 1902 по 2004 гг., скомпонованные по одноградусным трапециям Марсдена.

Поскольку в атласе обобщены данные за длительный временной период, то представилась возможность сравнить цифры, полученные в начале прошлого и начале нынешнего веков. Так, по данным таблицы 2, в июне на горизонте 50 м в 1924 г. зафиксирована концентрация кислорода, почти в 3 раза превышающая таковую, измеренную в 2001 г. Возможно, одной из причин столь большого различия является увеличение концентраций загрязняющих веществ в акватории залива, на окисление которых расходуется кислород. Известно, что, начиная с 20-х годов XX века, экосистема Невской губы функционирует под влиянием сильнейшего антропогенного воздействия (Алимов, Голубков, Панов, 1996).

Горизонтальное распределение кислорода в поверхностных водах можно проследить на рисунке 2, построенном по данным экспедиционных исследований ГосНИОРХ в августе 2014 г., из которого видно, что его содержание на поверхности изменялось от 6,8 до 8,4 мл/л. Глубинные воды были менее насыщены кислородом, при этом четко прослеживалась обратная связь между глубиной и концентрацией кислорода. Минимальные значения зафиксированы в глубоководном районе на глубинах 29-52 м.

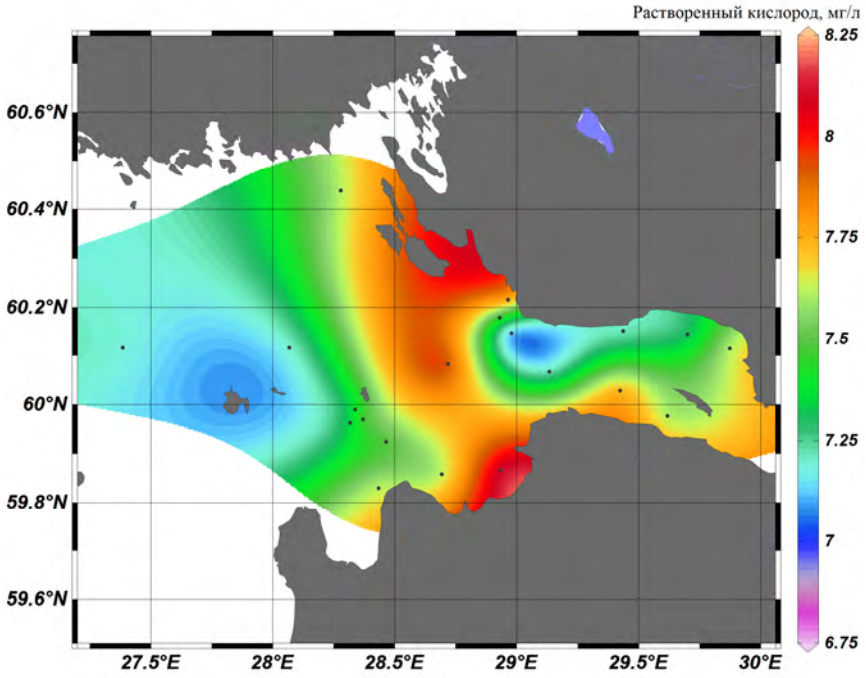


Рисунок 2 - **Концентрация растворенного кислорода (мг/л) в поверхностном слое воды в восточной части Финского залива в августе 2014 г.**

Таблица 2 - **Среднемноголетние концентрации кислорода (мл/л) в одноградусных трапециях южного прибрежья восточной части Финского залива с центрами 59°30с.ш., 27°30 в.д. и 60°30 с.ш., 27°30 в.д.**

Месяц	Горизонт, м	Минимум	Дата минимума	Среднее	Максимум	Дата максимума	Разность экстремумов
координаты центра трапеции 59°30с.ш., 27°30 в.д.							
май	0	8,66	29.05.1921	9.71	9.94	03.05.1906	1.28
	10	9.02	29.05.1921	9.49	9.84	16.05.1914	0.82
	20	9.06	11.05.1912	9.38	9.80	16.05.1914	0.74
	30	8.40	11.05.1912	9.01	9.55	16.05.1914	1.15
	50	7.08	11.05.1912	7.89	9.05	16.05.1914	1.97
июнь	0	8.02	5.06.1924	8.57	9.96	2.06.1923	1,94
	10	7.78	5.06.1924	8.22	9.11	2.06.1923	1.33
	20	7.54	5.06.1924	8.17	8.64	5.06.2001	1.10
	30	5.12	5.06.2001	5.85	7.23	5.06.1924	2.11
	50	2.26	5.06.2001	2.89	6.62	5.06.1924	4.36
июль	0	6.10	9.07.1926	7.00	7.52	13.07.1928	1.42
	10	6.63	7.07.1931	7.04	7.67	4.07.1939	1.04
	20	6.42	7.07.1931	7.25	8.24	14.07.1909	1.82
	30	6.06	16.07.1996	6.78	8.40	14.07.1909	2.34
	50	3.86	16.07.1996	5.52	7.18	14.07.1909	3.32
сентябрь	0	6.38	17.09.1932	6.66	10.14	27.09.2000	3.76
	10	6.39	17.09.1932	6.58	9.37	27.09.2000	2.98
	координаты центра трапеции 60°30 с.ш., 27°30 в.д.						
май	0	8.90	20.05.1920	9.43	10.72	4.05.1984	1.82
	10	8.55	20.05.1920	9.30	11.56	4.05.1984	3.01
	20	8.19	20.05.1920	9.14	10.28	4.05.1984	2.09
	30	7.68	16.05.1913	8.19	8.99	4.05.1984	1.31
	50	5.24	10.05.1912	7.43	8.57	15.051914	3,33
июнь	0	7.98	5.06.1924	8.99	10.16	5.06.1967	2,18
	10	7.62	5.06.1924	8.72	9.76	1.06.1923	2,14
	20	7.66	5.06.1967	8.48	9.10	1.06.1923	1,44
	30	5.25	5.06.2001	6.94	7.20	1.06.1923	1,95
июль	0	5.74	5.07.1929	7.00	7.60	13.07.1981	1,86
	10	3.04	29.07.1970	6.83	7.85	02.07.1993	4,81
	20	5.40	27.07.1982	6.76	8.36	14.07.1909	2,96
	30	4.48	29.07.1970	6.26	7.76	22.07.1969	3,28
	50	2.66	9.07.1926	4.50	6.60	02.07.1993	3,94
август	0	5.80	01.08.1973	6.32	7.25	25.08.1994	1,45
	10	4.30	10.08.1966	6.18	6.64	11.08.1996	2,34
	20	4.26	10.08.1966	6.14	6.62	25.08.1990	2,36
	30	4.06	10.08.1966	5.65	6.69	11.08.1996	2,63
	50	2.80	11.08.1996	4.67	6.02	18.08.1992	3,22
ноябрь	0	7.86	6.11.1990	8.04	8.66	15.11.1906	0,80
	10	7.12	6.11.1990	7.96	8.24	15.11.1906	1,12
	20	7.68	6.11.1990	7.96	8.04	19.11.1990	0,36
	30	7.58	6.11.1990	7.80	7.98	19.11.1990	0,40

По содержанию биогенных элементов восточная часть Финского залива рассматривается как зона «высокой нагруженности» биогенными элементами (Шишкин с соавт., 1989). Их кругооборот обеспечивается тем количеством жизненно важных элементов, а именно фосфора, азота и кремния, которое выносится реками, промышленными и бытовыми стоками, а также образуется в самом водоеме. Средние концентрации общего азота и общего фосфора по данным измерений в 1994 – 1997 гг. на поверхности составили 704-934 мкг/л $N_{общ.}$ и 22-49 мкг/л $P_{общ.}$, у дна – 734-785 мкг/л $N_{общ.}$ и 32-90 мкг/л $P_{общ.}$. (Фрумин, Крючков, 1999).

Поверхностные воды Финского залива сравнительно бедны соединениями фосфора (от 2-6 до 8-10 мкг/л) и азота (от 20 до 160-200 мкг/л), содержание которых уменьшается с востока на запад (Фонды ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2006). Значительное количество этих элементов концентрируется в более глубоких слоях (соответственно до 40-60 и 300-400 мкг/л). Т.Р. Еремина и Л.Н. Карлин (2008) приводят данные, осредненные за 2000-2007 гг., согласно которым концентрации фосфатов в самом глубоководном районе залива изменяются от 25 мкг/л у о. Мощный и до 125 мкг/л у о. Гогланд. Столь высокое содержание фосфатов сформировано процессами осаждения на дно продуктов распада органических веществ. Периодически приток соленых вод из Северного моря, как правило, приводит к перераспределению запасов биогенных элементов, причем часть их обогащает верхние слои воды. Этот процесс вносит свой вклад в формирование высокой биопродуктивности всего Финского залива и особенно его восточной части за счет подъема в трофогенный слой биогенов, поступающих с глубинным течением из Центральной Балтики.

В отличие от соединений азота и фосфора, силикаты, благодаря речному стоку, находятся в Финском заливе в избытке - до 2-3 мг/л (Фонды ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2006) и никогда не опускаются до аналитического нуля даже при интенсивном развитии диатомовых.

Литература

Алимов А.Ф., Голубков С.М., Панов В.Е. Закономерности функционирования и стратегия управления экосистемами эстуария реки Невы//Сб. Экологическое состояние водоемов и водотоков бассейна реки Невы. – СПб.: Научный центр РАН, 1996. – С. 187-223.

Еремина Т.Р., Карлин Л.Н. Современные черты гидрохимических условий в восточной части Финского залива// В кн.: Экосистема реки Невы: биологическое разнообразие

Исаев А.В. Количественные оценки пространственно-временной изменчивости абиотических характеристик восточной части Финского залива на основе данных наблюдений и математического моделирования. – Автореферат канд. дисс.–СПб, 2010.– 29 с.

Климат морей России и ключевых районов Мирового океана. Балтийское море. Электронный атлас ЕСИМО. – Обнинск, 2007.

Проблемы исследования и математического моделирования экосистемы Балтийского моря. Вып. 5. Экосистемные модели. Оценка современного состояния Финского залива. Часть 2. Гидрометеорологические, гидрохимические, гидробиологические, геологические условия и динамика вод Финского залива/Под ред. Давидана И.Н. и Савчука О.П. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1997. - 450 с.

Солощук П.В., Кочеткова Е.С. Закономерности пространственного распределения растворенного кислорода в восточной части Финского залива в условиях антропогенного изменения климата // Водная среда и природно-территориальные комплексы: исследование, использование, охрана. Материалы IV Школы-конференции молодых ученых с международным участием (26–28 августа 2011 г.). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2011. - С. 80-82.

Фонды ФГБНУ «ГосНИОРХ» «Отчет о НИР «Проведение эколого-химических и гидробиологических исследований …..», 2006

Фрумин Г.Т., Крючков А.М. Гидрохимическая характеристика. В кн.: Финский залив в условиях антропогенного воздействия. Отв. ред. В.А. Румянцев и В.Г. Драбкова. СПб.: Институт озероведения РАН, Северо-Балтийский морской фонд, 1999. - С. 48-66.

Шишкин Б.А. Основные характеристики биоты вершины Финского залива и ее роль в формировании качества воды/ Б.А. Шишкин, В.Н. Никулина, А.А. Максимов, Н.И. Силина// Исследования р. Невы, Невской губы и восточной части Финского залива. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1989. – 96 с.

Eremina N., Karlin L., Isaev A. Analyses of the hydrohemical conditions in the eastern part of the Gulf of Finland using long-term observations//Abs. V.Intern. Envirom. Forum “Baltic Sea day”, St-Petersburg, 22-25 March 2004. – 2004. – pp. 157-158.

ABSTRACT. The paper contains information on some of the main features of the hydrological and hydrochemical regime of the Gulf of Finland.

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИИ КАСПИЙСКОЙ МИНОГИ - *CASPIOMYZON WAGNERI* KESSLER, 1870

Э.В. Никитин
Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Астрахань
Nikitinav@kaspnirh.ru

Введение. В современный период воздействие хозяйственной деятельности человека на рыбные запасы столь велико, что не только их увеличение, но и поддержание на существующем уровне является важной задачей, решение которой требует научного подхода к разработке рекомендаций, как по их использованию, так и по их охране. Каспийская минога (*Caspiomyzon wagneri* (Kessler)) единственный вид из класса круглоротых в бассейне Каспийского моря, являющийся ценным промысловым объектом до 1997 г. (рис. 1).

А **Б**

Рисунок 1 **- Каспийская минога, выловленная в р. Волге:**
А - производитель миноги в период нереста;
Б - рот миноги в виде воронкообразной присоски

По пищевой ценности минога почти не имеет себе равных в Волго-Каспийском рыбопромысловом подрайоне. В свежей миноге содержится до 29% жира, 11,8% белковых веществ, 1,9% минеральных солей и 57,5% влаги (Гаджибабабеков, 1939). В жире миноги обнаружено много йода, полный набор незаменимых аминокислот, витамины А, В, B_{12}, С, D_1, Е и др., он очень полезен и приятен на вкус.

Историческая справка о промысле каспийской миноги. Каспийская минога - *Caspiomyzon wagneri* (Kessler) обитает в бассейне Каспийского моря. Ведет проходной образ жизни. Откармливается в море, а для размножения заходит в реки Каспийского бассейна Волгу, Урал, Куру, Аракс, образуя отдельные популяции. Куринская минога отличается от волжской миноги размерно-весовыми показателями. Длина и масса куринской миноги в среднем составляют 65 см и 265 г, а волжской, соответственно, 37 см и 70 г. Предположительно, в Каспийском море имеется и морская форма миноги, которая размножается в прибрежной зоне западного побережья и имеет пятнистую окраску, характерную для морских миног. По размерно-весовым показателям она близка к куринской.

В прошлом веке минога была многочисленным видом (Кесслер, 1870; Никольский, 1903). Долгое время промысел не касался ее из-за змеевидного тела. Лишь в 1846-1847 гг. миногу начали добывать в огромных количествах. В последующие годы из нее стали готовить кулинарную продукцию. Промысел миноги в р. Волге был широко распространен от г. Саратова до г. Астрахани, в дельте р. Волги в районе крупных водотоков Главного банка, Никитинского банка и др. Средние уловы в 1875-1884 гг., по данным Митропольского (1916), составляли 552 т. Наиболее высокий улов миноги отмечался в 1913 г. - 4628 т. В последующие годы объемы добычи ее сократились на порядок. С 1925 по 1942 гг. они снизились с 640 до 150 т и продолжали снижаться.

До зарегулирования р. Волги каскадом ГЭС численность миноги, вследствие ее огромных объемов, не поддавалась оценке. Для характеристики запасов использовались такие эпитеты как «громадные стада», «несметные полчища». До зарегулирования русла Волги минога ловилась в таких реках как Москва-река, Ока, Кама, куда поднималась для размножения.

После зарегулирования р. Волги, особенно после сооружения в 1958 г. плотины Волжской ГЭС, многие специалисты сомневались в том, что минога сохранится как вид, утратив основные нерестилища. Поэтому особое значение имели работы Я.И. Гинзбурга (1969, 1970). На основании контрольных уловов в приплотинной зоне Волжской ГЭС, он доказал, что минога продолжала регулярно совершать свои нерестовые миграции.

В 90-е годы прошлого века средние уловы, по официальным сведениям держались на уровне 2-3 т в год, что можно расценить как прекращение промышленной добычи. В р. Волге промысел миноги носил сезонный характер, ее ловили, главным образом, в период нерестового хода - с ноября по февраль. Для добычи применялись традиционные орудия лова – нереда (из ивовой лозы) и ловушки, изготовленные из современных синтетических материалов, которые показали результаты не хуже, чем нереда.

Уловы миноги в современный период и ее нерестовая миграция. В настоящее время минога относится к малочисленным видам. Показателем относительной численности миноги, при отсутствии промысла, является улов на 1 нереду в сутки. В 2000-2001 гг. в среднем он составлял 0,1 кг (1,5 экз.) и был

на уровне 1996-1997 гг., при среднемноголетнем вылове 0,2 кг в сутки на 1 нереду. Это можно объяснить тем, что нерестовая часть популяции миноги в 2000-2001 гг. является потомством малочисленного поколения 1996-1997 гг., когда промысловый улов составлял 1,0 т при среднемноголетнем показателе - 3,0 т.

Динамика улова миноги, при использовании на отдельных участках равного количества неред, свидетельствует о ее более интенсивной миграции в р. Прорва в 4 и 5 пятидневках декабря, в р. Волге ход миноги был менее интенсивным (рис. 2), что связанно с различающимися гидрологическими показателями и с ледоставом на данных водоемах в 2000-2001 гг.

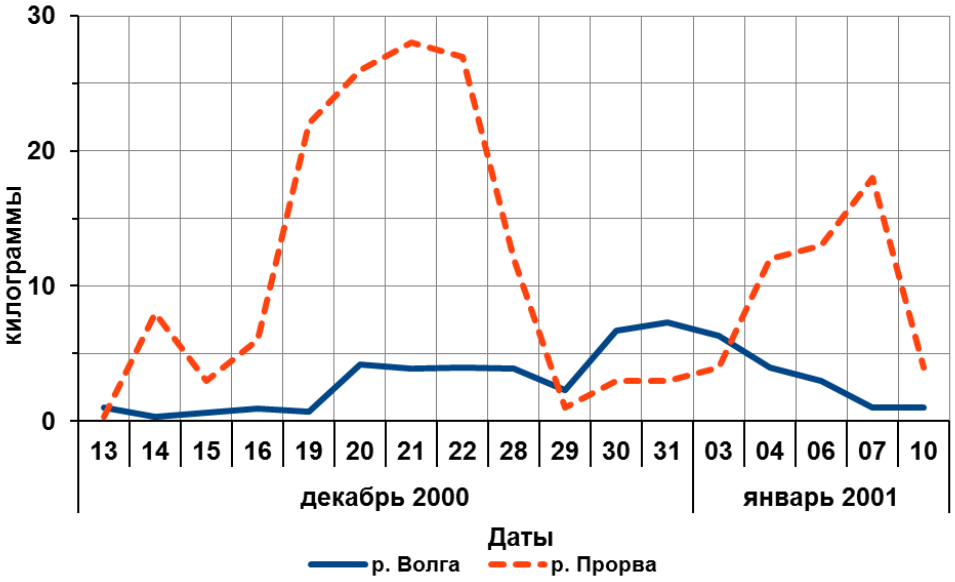


Рисунок 2 - **Уловы миноги в р. Волга и р. Прорва в 2000-2001 гг.**

Нерестовый ход волжской миноги определяется гидрологическим режимом и погодными условиями. До зарегулирования р. Волги протяженность нерестовой миграции волжской миноги составляла более 3000 км вверх против течения р. Волги и ее водотоков, после строительства Волжской ГЭС она сократилась более, чем в 10 раз.

В августе проходная минога начинает концентрироваться в предустьевом пространстве рек Каспийского бассейна. В 1990 г. первые миноги были пойманы в районе с. Труд-Фронт (5 сентября).

Нерестовая миграция в реки и водотоки Каспийского бассейна начинается в сентябре. Максимальный ход миноги приходится на конец января и начало февраля.

Самые высокие концентрации миноги наблюдались в Астраханской области в районе пос. Никольский (230-300 км выше г. Астрахани). Этот факт подтверждает, что основные нерестилища миноги находятся в этом районе. Другое нерестилище миноги на р. Волге расположено в районе с. Каменный Яр. Уловы здесь невелики, так как по достижению мест нереста активность производителей снижается. Небольшими группами они распределяются по нерестилищу, занимая наиболее подходящие для нереста участки. Конец миграции приходится на февраль-март, в зависимости от численности производителей, пришедших на нерест. До полного созревания производители находятся в состоянии покоя, существенно не передвигаясь.

Нерестится минога на небольших участках водоемов вблизи гидротехнических сооружений, где имеются галечные россыпи, кроме того использует и искусственные галечные нерестилища других проходных рыб – представителей семейства осетровых и белорыбицы, глубины на нерестилищах достигают 2,0-х метров, скорость течения - 0,8 м/сек, содержание растворенного кислорода 8-12 мг/л.

Биологические показатели миноги Размерно-весовые характеристики самок миноги выше, чем самцов. Так, в результате исследований в 2000-2001 гг. установлено, что производители миноги состояли из особей средней длиной самок 37,2 см, массой - 65,4 г и самцов - 36 см и 60,0 г соответственно (табл. 1).

Таблица 1 **- Размерно-весовые показатели производителей волжской популяции каспийской миноги 2000-2001 гг.**

Пол	Средняя длина, см	Диапазон длины	Средняя многолетняя длина, см	Средняя масса, г	Диапазон массы	Средняя многолетняя масса, г
♀♀	37,2	34-41	37,0	65,4	50-86	70,0
♂♂	36,0	32-40	36,7	60,0	44-80	69,8
♀♂	36,4	32-41	37,0	62,0	45-80	71,4

Соотношение самок и самцов было равно 1:1, коэффициент зрелости у самцов 4,5, у самок-11,3, что соответствовало IV стадии зрелости гонад.

В многолетним аспекте средние показатели длины миноги колебались от 32,5 до 40,0 см, масса - от 57,0 до 74,0 г, имея тенденцию снижения. Уменьшилась также абсолютная плодовитость самок миноги, если в 1987-1988 гг. она достигала 39020 шт., то в 2000-2001 г. - 24770 шт. икринок. Коэффициент зрелости гонад миноги изменялся в период наблюдений с 7,2 до 11,3, вес гонад составлял от 6,1 до 9,4 г. (табл. 2).

Таблица 2 - **Биологические характеристики миноги**

Годы	Длина L, см	Масса P, г	Абсолютная плодовитость, шт.	Коэффициент. зрелости	Вес гонад, г
1987/1988	37,5	70,8	39020	10,7	7,3
1988/1989	40,0	74,0	36000	10,2	-
1989/1990	37,4	71,5	33600	9,8	7,6
1990/1991	39,9	80,5	34720	9,5	6,1
1991/1992	37,9	67,0	35000	9,3	7,6
1992/1993	38,1	79,0	34080	9,6	7,5
1993/1994	39,2	79,2	34060	9,5	7,7
1994/1995	32,9	57,2	25695	-	-
1995/1996	32,5	62,0	29145	7,2	9,4
1996/1997	36,4	64,0	29000	-	-
1997/1998	33,5	63,2	-	-	-
1998/1999	36,3	63,8	-	-	-
2000/2001	34,8	58,8	24770	11,3	-

Отмечается четкая зависимость абсолютной плодовитости от размеров производителей миноги. Минимальная абсолютная плодовитость отмечена у самок длиной 46-50 см, (22,6 тыс. шт.), максимальная - у особей длиной 76-80 см (36 тыс. шт.). Относительная плодовитость имеет стабильный характер - 0,46 тыс. шт. икринок, отмечается у производителей длиной 46-50 см и 76-80 см (табл. 3).

Таблица 3 - **Плодовитость волжской миноги в зависимости от массы самок 2000-2001 гг.**

Масса, г	Абсолютная плодовитость, тыс. шт.		Относительная плодовитость, тыс.шт./г. тела	
	средняя	диапазон	средняя	диапазон
46-50	22,6	19,0-26,0	0,460	0,400-0,540
51-55	20,7	16,0-24,0	0,380	0,290-0,460
56-60	26,4	20,0-38,0	0,450	0,350-0,630
61-65	25,0	20,0-31,0	0,360	0,300-0,500
66-70	25,0	-	0,360	-
71-75	29,0	28,0-30,0	0,390	0,390-0,400
76-80	36,0	-	0,460	-

Содержание микроэлементов и хлорорганических соединений в гонадах миноги. При решении задач повышения эффективности воспроизводства каспийской миноги невозможно не затронуть вопросы, связанные с влиянием неблагоприятных факторов на функционирование наиболее важных органов миноги. По данным специалистов лаборатории «водных проблем и токсикологии» ФГУП «КаспНИРХ» токсикологический анализ волжской миноги в 2000-2001 гг. показал содержание микроэлементов в икре по Zn - 35,7 мг/кг; Pb - 0,55 мг/кг; Cd - 0,20 мг/кг; Cu - 5,12 мг/кг. В гонадах самцов содержание по Zn - 25,48 мг/кг; Pb - 0,71мг/кг; Cd - 0,18мг/кг; Cu - 3,29 мг/кг. Данные показатели не превышают нормативные значения.

В мышцах миноги были зарегистрированы хлорорганические пестициды: 0,4 мкг/кг показатель по ∑ ГХЦГ (гексахлорциклогексан) и 0,60 мкг/кг по ∑ ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтан), в икре - 1,1 мкг/кг по ∑ ГХЦГ и 12,50 мкг/кг по ∑ ДДТ. Наличие даже сравнительно низких концентраций хлорорганических соединений в мышцах и гонадах волжской миноги не делает их менее опасными. Факты накопления хлорорганических пестицидов, особенно в репродуктивных органах и икре, представляют большую угрозу для популяции миноги. Это сказывается на ухудшении качества потомства и снижении выживаемости молоди (пескороек).

Заключение. Таким образом, по результатам исследований 2000-2001 гг., состояние волжской популяции каспийской миноги, в условиях отсутствия ее промышленного лова, было удовлетворительным.

Причиной сокращения уловов и снижения биологических показателей миноги, которые наблюдаются в последние десятилетия, на наш взгляд, явилось зарегулирование Волги (Никитина, 1998) и интенсивные зимние попуски воды с Волжской ГЭС, наблюдаемые в последние годы, влияющие на скорости течений, состояние нерестилищ миноги и ее нерестовый ход, а также возможный незаконный лов миноги на отдельных участках, влияние которого может прослеживаться в меньшей степени.

Для дальнейшего исследования и сохранения запасов миноги необходим научно-исследовательский мониторинг. Современные данные о структуре нерестового стада позволят получить новые сведения о состоянии популяции в меняющихся условиях среды. Возможно проведение исследований, с целью определения ущерба запасам миноги от работы водозаборных сооружений, расположенных на берегах р. Волги. Полученные средства можно будет направлять на искусственное воспроизводство миноги, и выпуск подращенной молоди (пескороек) в естественные водоемы. Небольшой опыт заводского воспроизводства данного вида в Астраханской области имеется (Никитина, 1996).

Литература

Гаджибабабеков А.М. Обработка миноги // Известия азербайджанской научно-исследовательской рыбохозяйственной станции. Баку. 1939. Вып. 4. С. 45-59.

Гинзбург Я.И. Нерестовая популяция миноги Caspiomyzon wagneri (Kessler) после зарегулирования р. Волги плотиной Волгоградской ГЭС // Вопросы ихтиологии. 1969. Т. 9. Вып. 6 (59). С. 1022-1031.

Гинзбург Я.И. Размножение миноги Caspiomyzon wagneri (Kessler) ниже Волгоградской плотины и развитие ее личинок // Вопросы ихтиологии. 1970. Т. 10. Вып. 4 (63). С. 655-665.

Кесслер К.Ф. Волжская минога (Petromyzon wagnere Kessleri) // Труды сибир. об-ва естествоиспытателей. 1870. Т. 1. Вып. 2. С. 207-214.

Митропольский С.А. Промысел волжской миноги // Вестник рыб. промышленности. СПб. 1916. № 12. С. 656-677.

Никольский А.М. Гады и рыбы. СПб: Типография акад. общ. «Бронгаузъ и Ефронъ», 1903. С. 829-838.

Никитина Н.Г. Влияние антропогенных факторов на состояние популяции волжской миноги // VII конф. по проблемам промыслового прогнозирования: материалы докладов (Мурманск, 7-9 октября). Мурманск: ПИНРО, 1998. С. 145.

Никитина Н.Г. Опыт искусственного разведения каспийской миноги // XXXX-ая научно-техническая конф. профессорско-преподават. состава: материалы докладов. Астрахань: АГТУ, 1996. С. 27-28.

ABSTRACT. This work in historical perspective presents the data analyzes on the state of population of Caspian lamprey, calling for spawning in the Volga River, information about its fishery, which ran until 1997, and at a later date this species was listed in the red book of the Russian Federation. In this regard, studies on this species have been limited by scientific catches, which allowed us to obtain some biological characteristics and to analyze the reproductive function. The work presents some information about the locations and timing of spawning.

ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ ИСКУССТВЕННО ВЫРАЩЕННОЙ МОЛОДИ СЕМГИ К РЕЧНЫМ УСЛОВИЯМ ПРИ РАННЕМ ВЫПУСКЕ

А.М. Николаев, М.Ю. Алексеев
Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО), Мурманск
nikolaev@pinro.ru

Введение

Вопрос адаптации заводской молоди атлантического лосося к речным условиям в полной мере не изучен. Обзор немногочисленных публикаций позволяет сделать вывод, что основным фактором, снижающим выживание молоди, является медленное развитие адаптивного поведения, адекватного естественным условиям среды (Черницкий, Лоенко, 1990; Орлов, 2007). Адекватным принято считать поведение, свойственное естественной молоди, когда рыба занимает определенный участок дна, который охраняет от конкурентов и в пределах которого кормится и укрывается от хищников (Веселов, Калюжин, 2001). Адаптация – процесс многофакторный, сочетающий модификацию морфологических, физиологических показателей и поведенческих реакций. Умение добывать пищу во многом определяет успех адаптации. Если поведение, в том числе пищевое поведение выращенной на различных рыбоводных заводах молоди атлантического лосося, выпускаемой в возрасте двухлетка в мае-июне, изучалось всесторонне (Митанс, 1970; Шустов и др., 1980; Бакштанский и др., 1981; Черницкий, Лоенко, 1990), то поведенческая адаптация годовиков семги, выпускаемых в апреле под лед, исследована слабо (Алексеев, Николаев, 2014; Николаев, 2014). Между тем, всестороннее изучение этого процесса может пролить свет на причину низкого возврата семги при искусственном воспроизводстве. Целью работы явилось изучение начального этапа адаптации искусственно выращенной молоди семги к речным условиям при раннем выпуске.

Материал и методы

Работы проводили в апреле-мае 2014 г. Материалом служила молодь семги в возрасте одного года, выращенная на Кандалакшском экспериментальном лососевом заводе, выпущенная в целях искусственного воспроизводства на выростной участок р. Орловка (притока р. Кола). Пестрятки, по 11-12 экз., отлавливались с помощью электроловильного аппарата на одном и том же участке реки через 5, 10, 15, 20, 30 и 45 сут после выпуска. Одновременно отлавливалась дикая молодь разного возраста и молодь заводского происхождения, которая была выпущена годом раньше (по 5 экз.). Определялась плотность расселения рыб, ее распределение на различных глубинах и разных скоростях течения (Zippin, 1958), масса содержимого желудков и кишечников, количественные и качественные показатели питания. Обработку проб, определение беспозвоночных

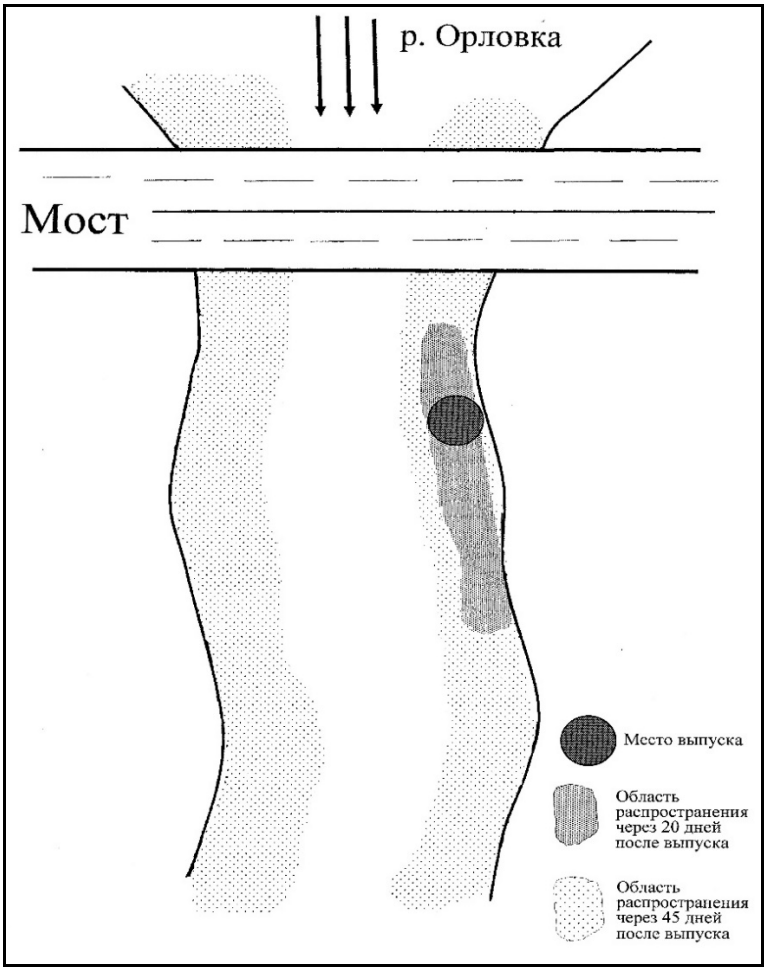
и интерпретацию данных осуществляли в соответствии со стандартными методами (Шорыгин, 1952; Методическое пособие ..., 1974; Определитель ..., 1977). Температура измерялась полевым ртутным термометром с точностью до 0,1 ^{o}C.

Выростной участок, на котором выпускалась молодь, расположен в районе автодорожного моста федеральной трассы М-18 «Кола». Участок представляет собой небольшой перекат р. Орловка длиной приблизительно 150 и шириной 20 м. Начало переката расположено под мостом. Приблизительно через 1,5 км река впадает в русловое оз. Пулозеро. Дно участка выстлано камнями различных фракций – от мелкого галечника до крупного валуна. Обрастание очень незначительное. В период половодья затопленными оказываются прибрежные кусты и травяной покров. Скорости течения на стрежне достигают 1,5 м/с. У берега течение значительно слабее – от 0,1 до 0,3 м/с. Максимальная глубина – 1,2 м.

Результаты и обсуждение

Выпуск молоди осуществляли у левого берега, в место со слабым течением. Оказавшись в реке, пестрятки сразу же легли на дно, сориентировавшись головами в разные стороны. Постепенно они начали проявлять активность: перемещаться вверх-вниз и в стороны. Часть из них отошла от берега, сориентировалась против течения и укрылась между камней. Другая часть перемещалась вдоль уреза воды. Отдельные рыбы поднимались к поверхности воды и пытались захватывать пузырьки воздуха или сносимые частицы. Через 20 минут пестрятки рассредоточились в камнях настолько, что перестали быть заметными.

Первый контрольный облов был осуществлен через 5 суток после выпуска. Температура воды составляла 0,1 °С. Судя по местам и частоте поимок, пестрятки расселились у береговой линии в местах со слабым течением и глубиной до 0,3 м, непосредственно в месте выпуска ниже моста (рис 1). Их плотность здесь составила 40 экз./100 м^2. В 60 и 100 м ниже места выпуска годовиков не было, несмотря на хорошие для обитания молоди гидрологические условия. Не было годовиков и у противоположного берега. Ближе к стрежню, на течении, годовики также не встречались, но было отловлено несколько экземпляров заводской молоди предыдущего года выпуска (возраст 2), которая была идентифицирована по ампутированному жировому плавнику, и дикая молодь разных возрастов. Отмечена очень выраженная реакция на воздействие электрического импульса у выпущенных годовиков – они сразу же переворачивались на спину или на бок и сносились течением, либо оставались неподвижно лежать на дне в отличие от двухлеток, которые интенсивно пытались уплыть. Часто во время облова на одном маленьком участке всплывало одновременно несколько пестряток, что говорит об отсутствии у них территориального поведения. Дикая молодь, отловленная на течении, не образовывала подобных скоплений.



Рискунок. 1 - **Схема распространения заводской молоди по выростному участку**

На 10-е и 15-е сутки после выпуска в характере и плотности расселения молоди изменений не произошло. Она по-прежнему образовывала скопления в прибрежных камнях, и не расселялась по всему участку. На 20-е сут, возможно, в связи с повышением температуры воды до 1,2 °С, рыба стала заметно активней – совершала короткие рывки в ответ на удар током и начала распространяться от прибрежной зоны к стрежню и ниже по течению. На 30-е сут, при подъеме температуры воды до 3,0 °С, в поведении рыб произошли заметные изменения: они стали активно и резко бросаться вверх или в сторону в ответ на удар током и распространилась по всему обследуемому участку. Плотность в прибрежной зоне продолжала оставаться на начальном уровне – 40 экз./100 м^2, уменьшаясь ближе

к стрежню до 5 - 12 экз./100 м^2.

Резкое потепление воды до 8,5 °С произошло на 45-е сут. Молодь расселилась по всему участку (см. рис. 1), плотность ее существенно понизилась: непосредственно в месте выпуска 25 экз./100 м^2, в самых удаленных местах 5-7 экз./100 м^2. Годовики распространились не только ниже, но и выше по течению, заняв практически весь перекат, но по-прежнему предпочитали прибрежную акваторию, хотя отдельные экземпляры попадались и на течении.

Данные наблюдений говорят о том, что, начиная с тридцатого дня с момента выпуска, молодь от мозаичного распределения начала переходить к агрегированному, т.е. стала размещаться не отдельными группами по нескольку рыб, а равномерно рассредоточилась по всей площади участка. Следовательно, территориальное поведение у адаптирующейся молоди семги при выпуске в апреле начинает отчетливо проявляться уже через месяц.

О характере пищевого поведения адаптируемых годовиков семги можно судить по содержимому их желудков. На 5 день желудки почти у половины молоди оказались пустыми, у оставшихся – наполнены гранулами искусственного корма, съеденного молодью еще на рыбоводном заводе. К характерной особенности питания адаптируемой молоди следует отнести проглатывание несъедобных частиц. У трети сеголетков встречались песчинки и фрагменты металла (ржавая арматура на дне обследованного участка осталась после ремонта моста). Наиболее вероятная причина проглатывания несъедобных предметов – их сходство с гранулами корма, применяемого на рыбоводных заводах. Доля несъедобных частиц на протяжении всего периода исследований была постоянной, что говорит о закрепившемся рефлексе заглатывания предметов, похожих на искусственный корм.

В течение всего периода наблюдений в питании четко проявляется тенденция роста съедобных организмов животного и в меньшей степени растительного происхождения. Спектр питания у адаптируемой молоди разнообразней, чем у годовиков естественного происхождения. Если питание дикой молоди ограничено представителями четырех таксонов: веснянками, поденками, двукрылыми и ручейниками, то в пищевом комке выпущенных годовиков присутствуют поденки, веснянки, остатки растений, жуки, моллюски, ручейники и представители двукрылых (хирономиды и симулииды). Такое разнообразие можно объяснить неразборчивостью адаптируемой молоди, хватающей подряд все, что формой и размером напоминает и естественный корм, и гранулы. Несомненно, что значительную часть корма пестрятки поднимают со дна, или откусывают с камней, например, моллюсков или водоросли, тогда как в норме молодь должна хватать сносимый течением корм.

Одновременно с годовиками нами были пойманы несколько экземпляров двухлеток искусственного происхождения, выпущенных годом ранее. Изучение желудков показало, что эти рыбы активно питаются, употребляя в пищу, в основном, веснянок и поденок (около 80 % всей пищи) (рис. 2). Принято считать, что обычными объектами питания молоди атлантического лосося являются личинки

амфибиотических насекомых: хирономиды, симулииды, ручейники, поденки и веснянки (Барышев, 2013; Шустов и др., 2013). Как видно из рисунка 2, дикие годовики и двухгодовики заводского происхождения отдают предпочтение веснянкам, несмотря на их относительно невысокую долю в дрифте, а также поденкам, но игнорируют хирономид, составляющих в дрифте около трети численности.

Индекс сходства пищи у двухгодовиков естественного происхождения и двухгодовиков заводской молоди, которые провели один год в реке, или СП-коэффициент, составил 74% (детализация определения – до отряда). Такая высокая степень сходства, наряду с демонстрацией двухгодовиками заводского происхождения территориального поведения, позволяет утверждать, что адаптация к речным условиям завершается через год после выпуска.

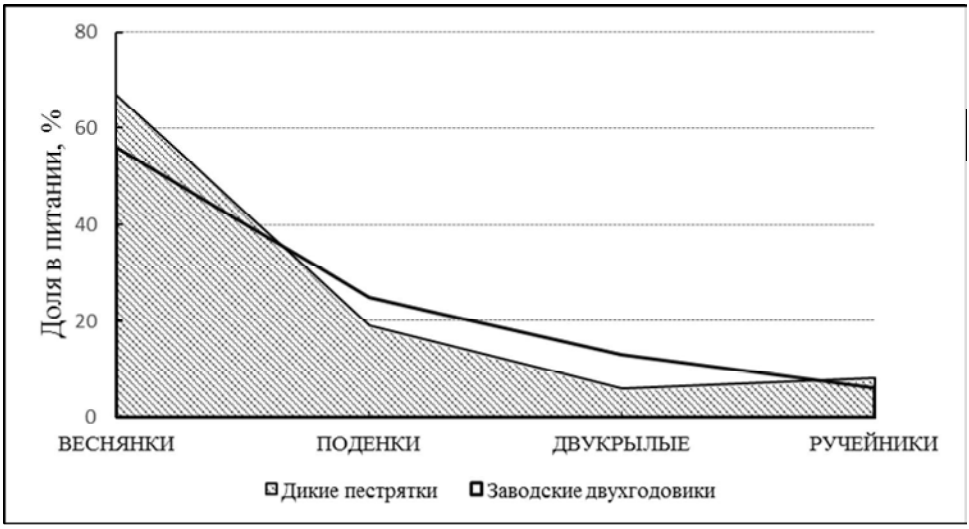


Рисунок 2 - **Графическое изображение степени сходства состава пищи двухгодовиков семги естественного и искусственного происхождения**.

На наш взгляд, выявленные различия в составе питания следует связывать с неадекватным речным условиям поведением молоди в первые недели после выпуска. Принимаемое за норму пищевое поведение речных пестряток стереотипно и выглядит следующим образом: в пределах индивидуального участка молодь занимает неподвижную позу над камнем, рядом с ним или между камней, сориентировавшись головой против потока, и наблюдая за сносимыми течением объектами. Распознав корм, пестрятка бросается на него, захватывает и возвращается на место. Форма траекторий пищевых бросков, их продолжительность, позы, принимаемые пестрятками, сезонные особенности и другие детали могут несколько различаться. В большинстве случаев речная молодь

берет корм из толщи воды, реже подбирает со дна, употребляет в пищу наиболее ценные в пищевом отношении организмы (Веселов, Калюжин, 2001; Шустов и др., 2013).

В нашем случае дикие пестрятки и заводские пестрятки, выпущенные годом ранее, демонстрировали территориальное поведение, были активны несмотря на низкую температуру воды, все пойманы на течении, наполнение желудков было довольно высоким. В отличие от них, адаптирующаяся молодь скапливалась в прибрежной зоне с почти стоячей водой и создавала скопления, демонстрируя тем самым поведение, выработанное и закрепившееся в условиях обитания в слабопроточных рыбоводных бассейнах. Не получая корма, она привычно подбирала любые похожие на корм частицы с грунта, или откусывала растительные остатки с камней, о чем свидетельствует содержимое желудков.

Заключение

Доместикация, развивающаяся при длительном содержании молоди в условиях рыбоводного завода, даже при условии выпуска мальков в возрасте годовика приводит к стойким изменениям в поведении. В течение первых 45 суток после выпуска пестряткам свойственна неразборчивость в питании, о чем свидетельствует наличие несъедобных предметов и широкий видовой спектр заглатываемых пищевых организмов. С повышением температуры интенсивность питания увеличивается. Через год после выпуска поведение, количественные и качественные показатели питания у заводской молоди соответствуют норме, свойственной пестряткам семги естественного происхождения.

Литература

Алексеев М.Ю., Николаев А.М. Динамика физиологических показателей, поведение и питание молоди семги (*Salmo salar* Linnaeus, 1758) в процессе адаптации к естественным условиям// Рыбохозяйственные водоемы России: фундаментальные и прикладные исследования: Материалы междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию ГосНИОРХ, С-Пб, 2014. С. 1160-1168.

Бакштанский Э.Л., Задорина В.М., Лоенко А.А., Рождественская В.И., Сафонов Н.В., Черницкий А.Г., Яковенко М.Я., Яржомбек А.А., Лепская В.А. Характеристика ската и особенности заводской и дикой молоди семги в р. Лувеньге // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера / Материалы семенара. Петрозаводск, 1981. С. 147-150.

Барышев И.А. Зообентос лососевых рек Карельского берега Белого моря // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера: материалы XXIX Междунар. конф., Мурманск, 27-29 марта 2013 г. Мурманск, 2013. С. 7-11.

Веселов А.Е., Калюжин С.М. Экология, поведение и распределение молоди атлантического лосося. Петрозаводск: Карелия, 2001. 160 с.

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях / под ред. Е.В. Боруцкого. М.: Наука, 1974. 254 с.

Митанс А.Р. Поведение, питание и рост заводской молоди лосося после ее

выпуска в реку // Рыбохоз. исследования в бассейне Балтийского моря. 1970. Вып. 7. С. 102-123.

Николаев А.М. Различия в питании молоди семги *Salmo salar* L. в реке Умба [Электронный ресурс] // Наука и образование – 2014: материалы междунар. науч.-техн. конф., Мурманск, 24-28 марта 2014 г. Мурманск, 2014. 1 эл. опт. Диск (CD-ROM). С. 251-254.

Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР / под ред. Л.А. Кутиковой, Я.И. Старобогатова. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 510 с.

Орлов А.В. Формирование адаптивного поведения у молоди лососевых рыб при искусственном разведении: автореф. дис. … канд. биол. наук. Борок, 2007. 26 с.

Черницкий А.Г., Лоенко А.А. Биология заводской молоди семги после выпуска в реку. Апатиты, 1990. 120 с.

Шорыгин А.А. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря. М.: Пищепромиздат, 1952. 267 с.

Шустов Ю.А., Щуров И.Л., Смирнов Ю.А. О сроках адаптации заводской молоди семги *Salmo salar* L. к речным условиям // Вопросы ихтиологии. 1980. Т. 20, Вып. 4. С. 758-761.

Шустов Ю.А., Барышев И.А., Белякова Е.И. Особенности питания молоди атлантического лосося *Salmo salar* L. В субарктической реке Варзуга и ее малых притоках (Кольский полуостров) // Биология внутренних вод. 2013. № 3. С. 66-70.

Zippin C. The removal method of population estimation// J. of Wildlife Management. 1958. Vol. 22, N 1. P. 82-90.

ABSTRACT. In studies of adaptation to natural environment of 1+ Atlantic salmon reared at hatcheries in the Murmansk region the intensity of food consumption by salmon parr in the first two months after stocking into Orlovka river, a tributary to the Kola river, was studied in dynamics. A conclusion was made that abnormal feeding behavior of reared juveniles can be related to the adaptation to keeping conditions at the farm.

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ЗООПЛАНКТОНА В СРЕДНЕМ КАСПИИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2010-2015 гг.

Л.В. Никулина, Е.Г. Лардыгина
Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (КаспНИРХ), Астрахань, kaspiy-info@mail.ru

Зоопланктон является наиболее многочисленной группой гидробионтов любой водной биоты. Одной из важнейших ролей планктона является то, что он служит основным трофическим звеном между фитопланктоном и гетеротрофами высших трофических уровней, определяющих продуктивность водоема. Знание видового состава, количественных показателей сообщества зоопланктона, биологических и экологических характеристик отдельных планктеров позволяет судить об условиях питания в районах нагула и воспроизводства многих видов рыб.

За последние десятилетия в Среднем Каспии произошли существенные изменения в зооценозе, как в результате увеличения антропогенного воздействия, так и под влиянием проникающих из Азово-Черноморского бассейна видов-вселенцев. В результате вселения гребневика резко сократилась численность зоопланктона, что в свою очередь негативно отразилось на всей экосистеме Каспийского моря, особенно на кормовой базе рыб. С появлением в 80-х годах веслоного рачка *Acartia tonsa* произошло сокращение доли каспийских копепод (Курашова, 1986; Полянинова, 2007; Мироненко, 2008). В настоящее время акартия определяет структуру и количественные показатели зоопланктонного сообщества.

Цель работы – многолетний анализ качественных и количественных показателей зоопланктона на акватории Среднего Каспия на разрезе г. Дербент - м. Песчаный в летний период 2010-2015 гг.

Данная работа является частью ежегодных исследований, проводимых ФГБНУ «КаспНИРХ» в Каспийском море. Сбор планктона осуществлялся сетью Джеди (газ № 49, с диаметром входного отверстия 36 см) со слоев 700-500, 500-200, 200-100, 100-50, 50-25, 25-10, 10-0 м. Камеральная обработка проводилась по общепринятым методикам (Инструкция по сбору…, 1977). Всего обработано 210 проб.

В летний период 2010-2015 гг. фауна планктона исследованной акватории характеризовалась невысоким видовым разнообразием. В ее составе выявлено 34 вида, подвида и формы, относящиеся к следующим систематическим группам: Ctenophora, Protozoa, Rotatoria, Cladocera, Copepoda, ракушковые рачки Ostracoda sp., личиночные стадии усоногих раков Cirripedia fam. gen. sp., личинки моллюсков. Кроме того, в пробах постоянно встречалась молодь многощетинковых червей, икра и личинки рыб (рис. 1).

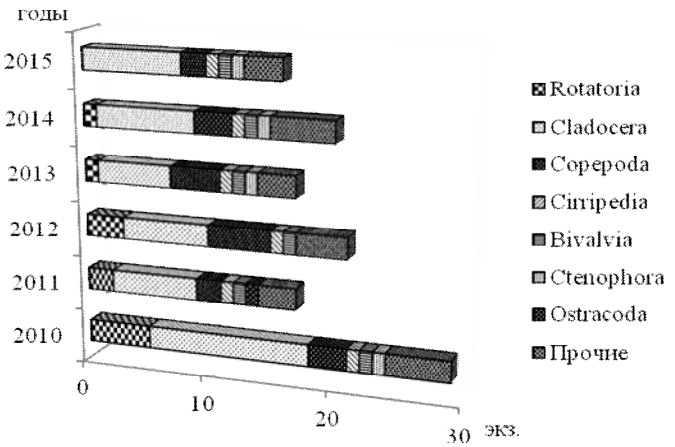


Рисунок 1 - **Таксономический состав зоопланктона на разрезе г. Дербент - м. Песчаный в летний период 2010-2015 гг.**

Основную часть в формировании видового разнообразия зоопланктона составляли виды каспийского происхождения, распространение которых большей частью приурочено к прибрежной зоне исследованной акватории. Из веслоногих регистрировались *Halicyclops sarsi*, *Heterocope caspia*, из ветвистоусых - *Evadne anonyx*, *Podonevadne trigona*, виды родов Cercopagis. Наряду с эндемиками в планктоне присутствовали вселенцы средиземноморского происхождения. Среди последних наиболее распространенными являлись веслоногие *Acartia tonsa, Calanipeda aquaedulcis* и ветвистоусые *Pleopis polyphemoides*. Немаловажную роль в формировании зоопланктонного комплекса играли пелагические мизиды. Максимальное скопление их приурочено к удаленным от побережий районам моря, с глубинами 200-500 м и более. Единичные экземпляры *Mnemiopsis leidyi* наблюдались в западном и центральном районах Среднего Каспия. Даже при крайне низкой численности вселенца происходит снижение биомассы планктона до 10,1 мг/м^3 за счет исчезновения из планктона ветвистоусых и веслоногих ракообразных (кроме *Acartia tonsa*). Видовая структура планктофауны в среднем за шесть лет определялась ветвистоусыми ракообразными (50% от общего числа), веслоногими рачками (19%) и коловратками (13%).

В июне, при прогреве вод разреза г. Дербент - м. Песчаный до 20-22,7 ^{o}C в зоопланктоне отмечается постоянный комплекс видов, характерный для данного периода - веслоногие раки с преобладанием *Acartia tonsa,* ветвистоусые *Pleopis polyphemoides* и личинки бентосных организмов.

Основу численности зоопланктона западного района определяли веслоногие ракообразные (73%), личинки усоногих рачков (18%) и кладоцеры (7%). Из копепод преобладала *Acartia tonsa* (70% от общего числа в группе). В возрастной структуре акартии преобладали младшевозрастные копеподитные стадии

и половозрелые самки. Усоногие ракообразные в основном были представлены науплиальными стадиями. Основную долю численности в группе ветвистоусых ракообразных формировал вид *Pleopis polyphemoides.* Повышенная плотность гидробионтов наблюдалась в западной части разреза (17,4 тыс. экз./м^3; 89,1 мг/м^3) в 2010 г. В восточном районе состав доминирующих организмов существенно не изменялся, лидировали в сообществе зоопланктона веслоногие рачки (73% от общей численности). В возрастной структуре копепод преобладающими организмами являлись крупноразмерные половозрелые особи, что в свою очередь способствовало формированию значений биомассы на уровне весовых величин западного района. Центральная часть моря характеризовалась низкими величинами численности и биомассы водных беспозвоночных (678,3 экз./м^3 и 8,7 мг/м^3), *Acartia tonsa*, составляющая основу зооценоза Среднего Каспия, на глубоководье значительных концентраций не создавала (рис. 2).

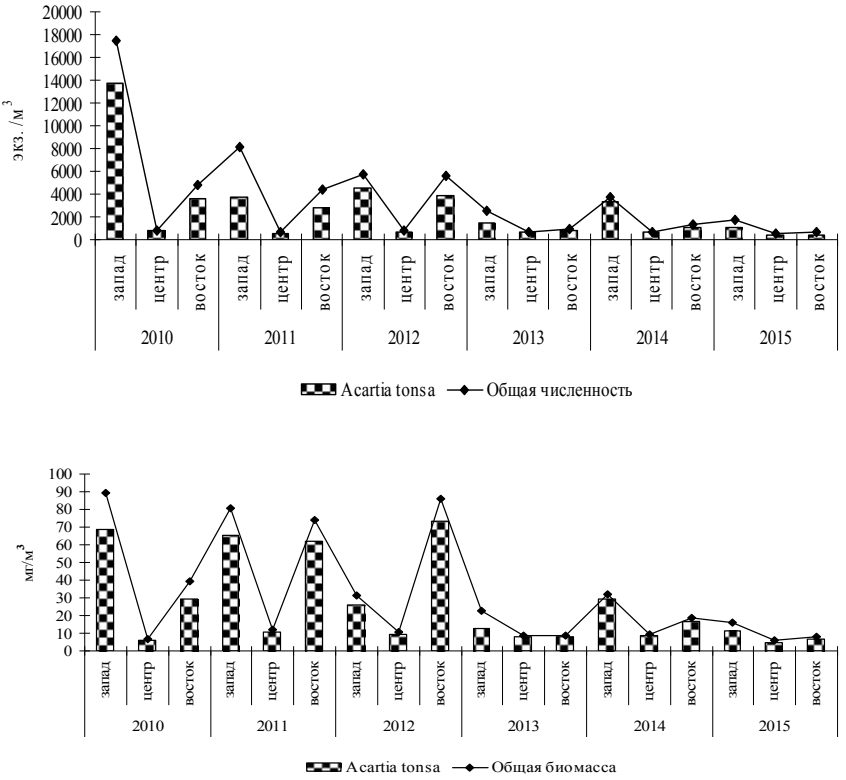


Рисунок 2 - **Многолетняя динамика численности (экз./м^3) и биомассы (мг/м^3) *Acartia tonsa* и зоопланктона на разрезе г. Дербент - м. Песчаный в летний период 2010-2015 гг. по районам**

В видовом составе и численности планктона в районе исследований прослеживалась межгодовая изменчивость. Показатель развития гидробионтов зависел от уровня развития веслоногих раков. Численность веслоного рачка *Acartia tonsa* в 2010 г. изменялась от 13,7 до 17,5 тыс. экз./м^3, в то время как в 2015 г. – от 338 до 1054 экз./м^3. Ветвистоусые и личинки усоногих ракообразных в массе развивались в 2010 и 2011 гг., в то время как в последующие годы имели незначительные количественные показатели.

Количественные показатели в районе исследований варьировали в широком диапазоне величин численности (948,0-7223,1 экз./м^3) и биомассы (10,1-50 мг/м^3). Максимальные значения численности планктеров регистрировались в 2010 г. (7,2 тыс. экз./м^3), повышенные биомассы – в 2010 и 2011 гг. (41,4-50,0 мг/м^3). В последующие годы наблюдалась тенденция к снижению количественных величин зоопланктона. Минимальные значения численности и биомассы приходились на 2015 год, когда формирование планктонного сообщества происходило в условиях повышения солености (12,8‰) и пониженных температур воды (20,6 ^{o}C) (рис. 3).

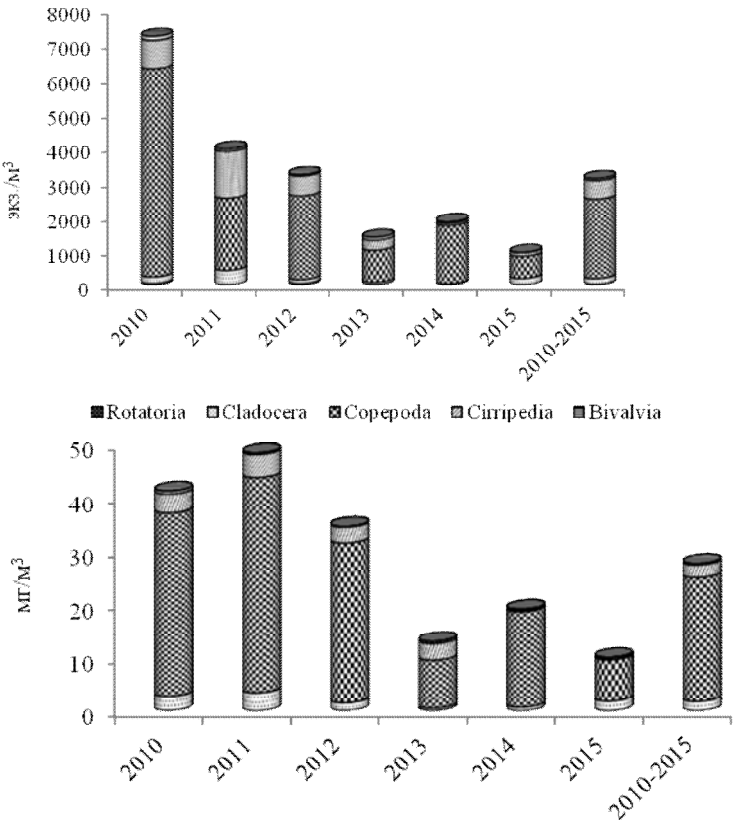


Рисунок 3 - **Динамика численности (экз./м^3) и биомассы (мг/м^3) зоопланктона на разрезе г. Дербент - м. Песчаный летний период 2010-2015 гг.**

Таким образом, в летний период 2010-2015 гг. в Среднем Каспии уровень развития зоопланктона характеризовался пониженными показателями как видового разнообразия, так и численности и биомассы. Основу зоопланктона формировали веслоногие рачки, с преобладанием *A. tonsa,* которая в настоящее время является практически основным видом зооценоза исследуемой акватории, за счет которого могут удовлетворяться пищевые потребности рыб-планктофагов и их молоди.

Литература

Атлас беспозвоночных Каспийского моря / Под ред. Я.А. Бирштейна, Л.Г. Виноградова, Н.Н. Кондакова, М.С. Кун, Т.В. Астаховой, Н.Н. Романовой. М.: «Пищевая промышленность», 1968. 414 с.

Азаренко М.Н. Динамика развития зоопланктона Среднего и Южного Каспия в летний период 2008-2012 гг. / М.Н. Азаренко, Л.В. Никулина // Современные проблемы и перспективы рыбохозяйственного комплекса: материалы четвертой научно-практической конференции молодых ученых с международным участием. М.: Изд-во ВНИРО, 2013. С. 3-5.

Инструкция по сбору и обработке планктона. М.: ВНИРО, 1977. 72 с.

Курашова Е.К. Отношение к солености воды отдельных видов и комплексов зоопланктона Северного Каспия / Е.К. Курашова, В.П. Кузьмичева // Рыбохозяйственные исследования планктона. Ч. 2. Каспийское море: сб. науч. работ ВНИРО. М.: ВНИРО, 1991. С. 1.

Курашова Е.К. Acartia clause (Calanoida, Acartiidae) в Каспийском море / Е.К. Курашова, Н.М. Абдулаева // Зоологический журнал. 1984. Т. 63. Вып. 3. С. 931.

Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР / Л.А Кутикова. М.: Изд-во: «Наука», 1970. 744 с.

Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. Определитель по фауне СССР / Е.Ф. Мануйлова. М., Л.: Наука, 1964. 328 с.

Лардыгина Е.Г. Формирование термической структуры Среднего и Южного Каспия в 2005-2010 гг. / Е.Г. Лардыгина // Сохранение и восстановление биологических ресурсов Каспийского моря (посвящается 100-летию Азербайджанского Научно-Исследовательского Института Рыбного Хозяйства): Сб. статей. Баку: «Элм», 2013. С. 383-387.

Мироненко О.Е. Виды-вселенцы в Каспийском море / О.Е. Мироненко // Комсомолец Каспия. 2008. Окт. (№ 9). С. 5.

Мордухай-Болтовской Ф.Д. Состав и распространение каспийской фауны по современным данным / Ф.Д. Мордухай-Болтовской // Элементы водных экосистем. М.: Наука, 1978. С. 100.

Полянинова А.А. Виды-вселенцы в Каспии и их роль в экосистеме моря / А.А. Полянинова. Астрахань: Изд-во: КаспНИРХ, 2007. 104 с.

ABSTRACT. The work presents the results of many-years studies (2010-2015) of studies of zooplankton of the Middle Caspian Sea in summer period. The work presents quantitative and qualitative characteristics of the dynamics of the development of plankton. This article shows a dependence of the number of zooplankton on the salinity of the middle-Caspian waters.

О ПРОСТРАНСТВЕННЫХ И ВОЗРАСТНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ ПИТАНИЯ АРКТИЧЕСКОГО ОМУЛЯ В РЕКАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ

А.П. Новоселов, Г.М. Устюжинский, Р.В. Козаков, В.А. Навагина
Северный филиал ФГБНУ «ПИНРО», Архангельск, novoselov@pinro.ru

В общем комплексе рыбохозяйственных исследований изучение питания рыб занимает важное место, поскольку позволяет дать объективную оценку состояния вида в пределах ареала. Оно является одним из факторов, определяющих экологию, физиологию и поведение (кормовые миграции) промысловых видов и может служить критерием при разработке стратегии рационального использования рыбных ресурсов (Novoselov, 2014). Из научной литературы (Решетников, 1980) известно, что северные водоемы характеризуются сравнительно бедной и довольно изменчивой кормовой базой, не обеспечивающей пищевые потребности рыб каким-либо одним видом корма. Это приводит к эврифагии рыб, обитающих в водоемах северных широт и, в частности, сиговых.

Территория п-ва Ямал в целом представляет собой пологоволнистую равнину, несколько приподнятую в центральной части (Природа Ямала, 1995). Реки полуострова имеют типично равнинный характер, характеризуются средней извилистостью и меандрируя, медленно текут в широких заболоченных долинах. После продолжительного холодного периода с полным или почти полным прекращением стока на них наступает весеннее половодье с резким и интенсивным подъёмом уровня воды (Ресурсы …, 1964). В течение вегетационного сезона 2013 г. нами было проведено обследование ряда рек, протекающих по территории северо-восточного Ямала и впадающих в западную часть Обской губы.

Река *Вэнуймуеха* имеет длину водотока, равную 208 км с площадью водосбора 3770 км^2. Коэффициент густоты речной сети в его пределах составляет 0,37 км/км^2. На своем протяжении принимает 11 относительно крупных притоков длиной более 10 км общей длиной 419 км. Река *Сабеттаяха*, при длине водотока 165 км, характеризуется площадью водосбора, равной 1680 км^2. В нее впадает 35 притоков длиной менее 10 км общей протяженностью 140 км. Коэффициент густоты речной сети в пределах водосбора составляет 0,41 км/км^2. Количество притоков длиной менее 10 км – 6. Река *Салямлекабтамбалаяха* впадает с левого берега в р. Сабеттаяху на расстоянии 1 км от устья. Длина водотока – 26 км. Количество притоков длиной менее 10 км – 9, общей длиной 15 км. Река *Нахарванготояха* характеризуется длиной водотока, равной 21 км. Принимает 8 притоков длиной менее 10 км, общей длиной 34 км и один относительно крупный приток длиной более 10 км – р. Хальмер-Яха, длиной 17 км, впадающий с правого берега на 5 км от устья.

При изучении питания рыб сбор и последующая камеральная обработка материалов на вышеуказанных водотоках проводилась в соответствии с «Методическим пособием по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях» (1974). Пробы на питание отбирались из неводных и сетных уловов с последующей фиксацией желудочно-кишечных трактов 4% раствором формалина. Каждая проба снабжалась соответствующей этикеткой, в которой указывалось вся необходимая исходная информация. Интенсивность питания рассчитывалась в виде общих индексов наполнения желудочно-кишечных трактов и выражалась в продецимиллях ($^{o}/_{ooo}$). Спектры, характеризующие общий состав питания рыб, строились по стандартному типу: площадь круга соответствовала общему индексу наполнения (или общему среднему весу содержимого желудочно-кишечных трактов) и принималась за 100%. Величины секторов характеризовали соответственно значение отдельных компонентов.

Общий характер питания омуля

По результатам камеральной обработки желудочно-кишечных трактов омуля, выловленных в вышеуказанных реках (в период с 22 июня по 10 июля 2013 г.), их общий пищевой спектр включал 3 типа животных и растений, состоявших из 18 групп кормовых организмов. В составе пищи омуля в реках северо – восточного Ямала были отмечены ракообразные (Crustacea), насекомые (Insecta), а также остатки рыб (Pisces) и компоненты растительной пищи (табл. 1).

Значение *насекомых* в питании омуля носило ярко выраженный доминирующий характер (их количество составляло 97,8% от веса всех пищевых комков). В пищевом спектре омуля насекомые были представлены пятью группами кормовых объектов. Среди них преобладали представители отряда двукрылых Diptera (95,9%), включавшего исключительно водных личинок хирономид Chironomidae (95,9%). Личинки жуков Coleoptera (0,1%), веснянок Plecoptera (0,6%), и Insecta imago (1,2%) были представлены незначительно.

Также незначительную часть пищевого спектра составляли представители класса *ракообразных* (Crustacea) – лишь 0,7% от веса пищевых комков. В нем преобладали амфиподы Amphipoda (0,6%), представленные одним семейством Gammaridae. Отряд Mysidacea и отряд Calanoida с одним семейством Temoridae род Temore были представлены единично (<0,1%). В несколько большем количестве использовалась омулем в пищу водная растительность (1,0%). В единичных желудочно-кишечных трактах отмечались остатки рыб (0,2%) (см. табл. 1). Общий осредненный индекс наполнения желудочно-кишечных трактов омуля составил 2,2 $^{o}/_{ooo}$.

Таблица 1 - **Общий характер питания арктического омуля в реках северо-восточного Ямала**

Общий характер питания омуля в реках					На всех участках
Компонент питания	**Вэнуймуеха (208 км)**	**Сабеттаяха (165 км)**	**Салямлекаб-Тамбалаяха (26 км)**	**Нахарван-готояха (21 км)**	
Кл. Crustacea	**31,9**	**-**	**25,2**	**0,3**	**0,7**
отр. Amphipoda	31,9	-	24,7	0,1	0,6
сем. Gammaridae	31,9	-	24,7	0,1	0,6
отр. Mysidacea	-	-	0,5	<0,1	<0,1
отр. Calanoida	-	-	-	0,1	<0,1
сем. Temoridae	-	-	-	0,1	<0,1
р. Temore	-	-	-	0,1	<0,1
Кл. Insecta	**60,5**	**97,9**	**71,1**	**98,4**	**97,8**
отр. Diptera	54,8	97,9	24,1	97,2	95,9
сем. Chironomidae	54,8	97,7	24,1	97,1	95,9
отр. Coleoptera	5,7	-	0,1	0,1	0,1
отр. Plecoptera	-	-	-	0,7	0,6
Insecta imago	-	-	46,9	0,4	1,2
Кл. Pisces	**1,1**	**2,1**	**0,1**	**0,2**	**0,5**
Ерш	-	2,0	-	-	0,3
Остатки рыб	1,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Растительность	**6,5**	**< 0,1**	**3,6**	**1,1**	**1,0**
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00
Ср. инд. наполн., $^{o}/_{ooo}$	0,01	2,2	0,9	3,9	2,2
Количество рыб, экз.	10	9	3	22	44

Пространственные отличия в питании омуля

Р. Вэнуймуеха. Пищевой спектр омуля включал доминировавших членистоногих и растительность (6,5%), а также отмеченных лишь в единичных желудочно-кишечных трактах остатки рыб (1,1%). Основную часть содержимого пищевых комков (60,5%) составляли водные личинки *насекомых,* среди которых выделялись две группы кормовых объектов, имевших разное значение в питании омуля. Основу его пищи составляли двукрылые, представленные исключительно личинками хирономид (54,8% по массе), а также жуки (5,7%). В значительно меньшем количестве в желудочно-кишечных трактах омуля встречались остатки рыб (1,1% по массе) (рис. 1). Средний общий индекс наполнения желудочно-кишечных трактов омуля в реке Вэнуймуеха составил $0,01^{o}/_{ooo}$.

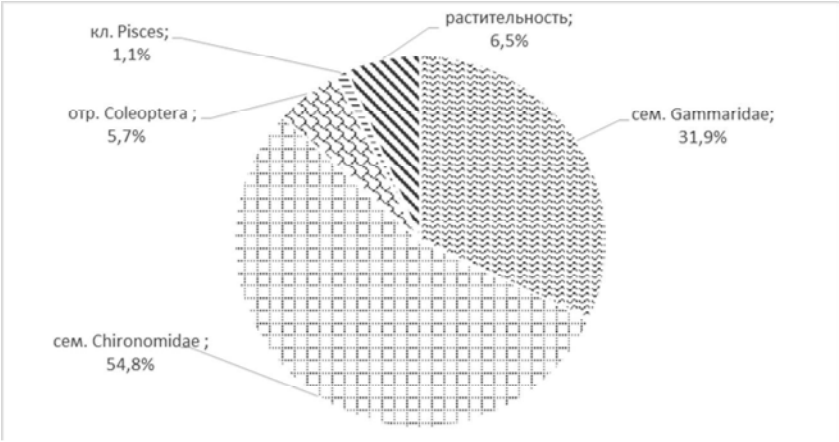


Рисунок 1 - **Характер питания омуля в р. Вэнуймуеха**

Анализ значений средних общих индексов накормленности омуля свидетельствует о самой низкой интенсивности питания в р. Вэнуймуеха в летний период, по сравнению с другими реками. Его среднее значение по всей выборке составляло 0,01$^{o}/_{ooo}$ (см. табл. 1).

Р. Сабеттаяха. По объединенной выборке, общий спектр питания омуля в реке Сабеттаяха включал представителей одного таксона кормовых объектов на уровне типов - членистоногих, а также остатки рыб и компоненты растительной пищи (см. табл. 1, рис. 2).

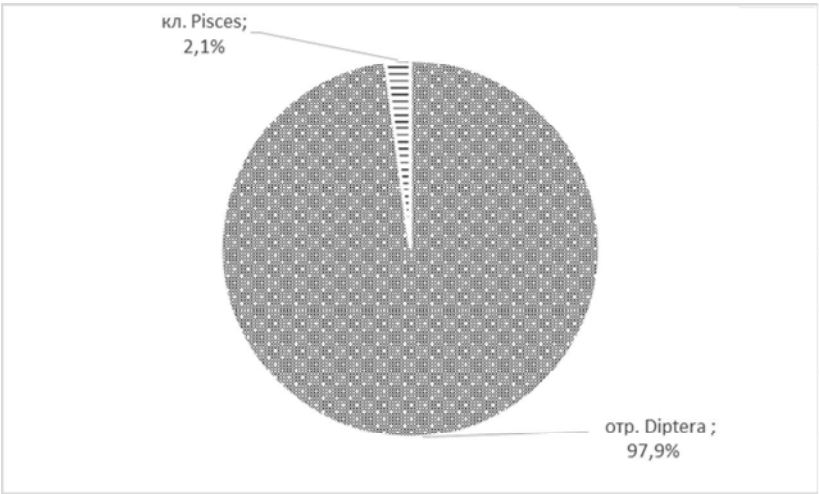


Рисунок 2 - **Характер питания омуля в р. Сабеттаяха**

Основную часть содержимого пищевых комков (97,9%) составляли *насекомые,* среди которых один отряд двукрылых, представленный единственным семейством хирономид. Тип хордовые в желудочно-кишечных трактах омуля был представлен ершом (2,0 %) и неопределимыми остатками рыб (0,1%). Единично встречались остатки растительных компонентов (<0,1%). Средний общий индекс наполнения желудочно-кишечных трактов омуля в реке Сабеттаяхе составил 2,2 $^{o}/_{ooo}$.

Р. Салямлекабтамбалаяха. В этом водотоке общий пищевой спектр включал три группы кормовых объектов на уровне типа: членистоногих, а также остатки рыб и компоненты растительной пищи (рис. 3). При этом значение *насекомых* в питании омуля носило доминирующий характер, их количество составляло 71,1% от веса всех пищевых комков. В пищевом спектре омуля они были представлены двумя группами кормовых объектов, среди которых преобладали двукрылые, представленные только личинками хирономид (24,1%), а также взрослые формы насекомых imago (46,9%). Представители отряда жуки Coleoptera (0,1%) были отмечены единично. Также лишь в единичных желудочно-кишечных трактах омуля встречались остатки рыб (0,1%) (см. табл. 1). В незначительном количестве (3,6%) в питании присутствовали остатки растительности. Общий индекс наполнения желудочно-кишечных трактов омуля составил в р. Салямлекабтамбалаяха 0,9 $^{o}/_{ooo}$.

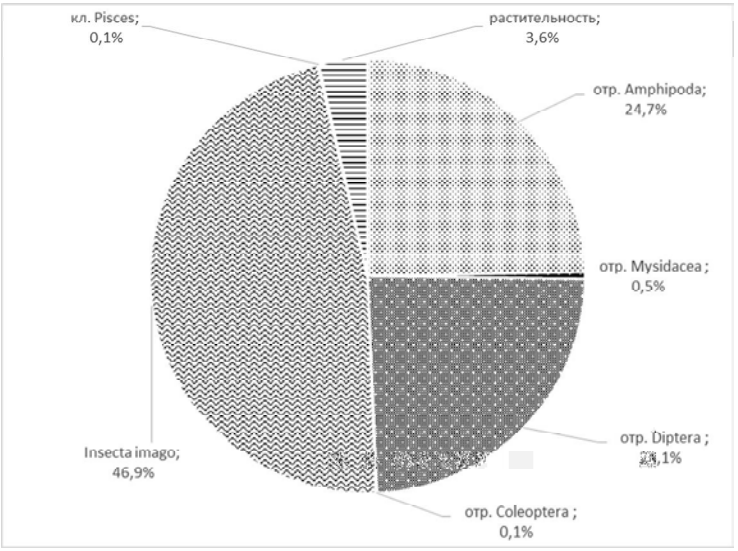


Рисунок 3. **Характер питания омуля в р. Салямлекабтамбалаяха**

Р. Нахарванготояха. По обобщенной выборке, общий спектр питания омуля в р. Нахарванготояха включал представителей одного таксона кормовых объектов на уровне типов – членистоногих (98,7%), а также остатки рыб (0,2%) и водную растительность (1,1%). Существенную роль в питании омуля играли насекомые (98,4%), среди которых отряд диптера был представлен лишь одним семейством – Chironomidae (97,1%). В незначительном количестве были отмечены Insecta imago (0,4%), личинки веснянок Plecoptera (0,7%) и жуков Coleoptera (0,1%) (рис. 4). Незначительную роль в питании омуля играли представители класса ракообразных (Crustacea), составивший лишь 0,3% от веса пищевых комков. Отряд Amphipoda (0,1%) был представлен одним семейством Gammaridae (0,1%), отряд Calanoida (0,2%) включал одно семейство Temoridae род Temore (0,%). Малый процент по весу составил и отряд Mysidacea (<0,1 %). В единичных желудочно-кишечных трактах отмечались остатки рыб (0,2 %) и водной растительности (1,1%). Общий усредненный индекс наполнения желудочно-кишечных трактов ряпушки в р. Нахарванготояха был выше, по сравнению с другими реками, и составил $3,9^{o}/_{ooo}$.

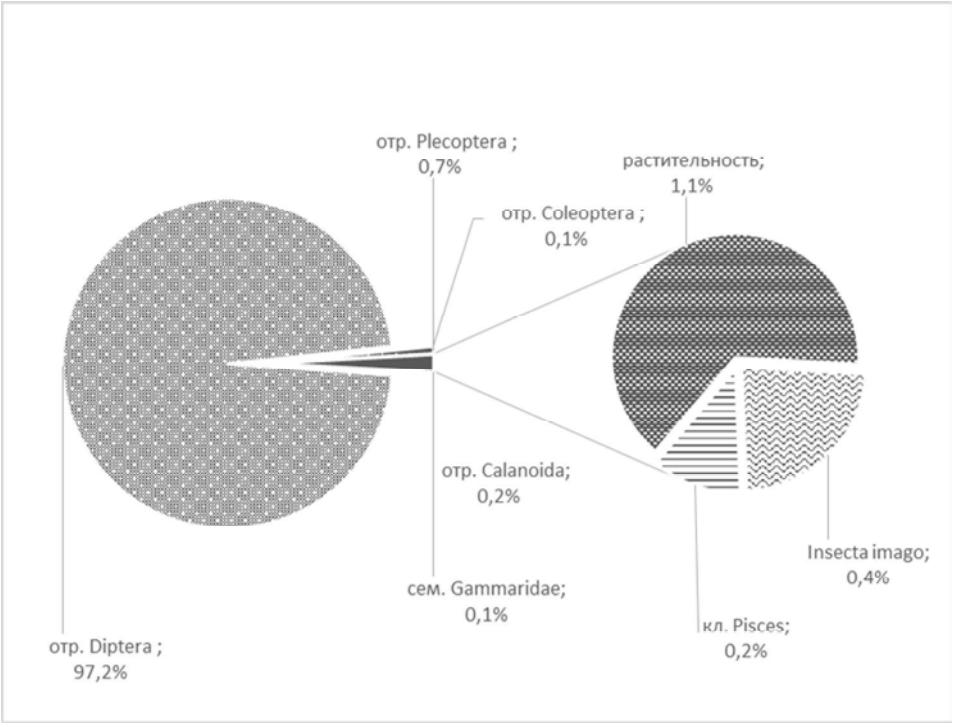


Рисунок 4 - **Характер питания омуля в р. Нахарванготояха**

Анализ полученных данных по обобщенной выборке показал, что в летний период 2013 г. в разных реках северо-восточного Ямала характер питания омуля существенно не отличался. Основу питания во всех обследованных реках составляли водные личинки насекомых, количество которых колебалось в разных водотоках от 60,5% по массе (в р. Вэнуймуеха) до 98,4% (в р. Нахарванготояха). Среди них доминировали личинки двукрылых, составлявшие в среднем 95,9% по массе и представленные исключительно личинками хирономид. Такие группы организмов, как ракообразные (0,7%), молодь рыб (0,5%) и растительность (1,0%) не играли существенной роли в питании омуля, являясь для него второстепенными кормовыми объектами.

В то же время следует отметить, что в общую картину несколько не укладываются р. Вэнуймуеха и р. Салямлекабтамбалаяха. Основу питания в р. Вэнуймуеха составляли не только насекомые (60,5%), но и ракообразные (31,9%) и растительность (6,5%), а в р. Салямлекабтамбалаяха – насекомые (71,1%), молодь рыб (0,1%) и растительность (3,6%). Интенсивность питания в исследуемый период была низкой и колебалась в пределах от $3{,}9^{o}/_{ooo}$ в р. Нахарванготояха до $0{,}01^{o}/_{ooo}$ в р. Вэнуймуеха.

Возрастные изменения в питании омуля

Р. Вэнуймуеха. Для анализа возрастных изменений в питании омуля в р. Вэнуймуеха была взята обобщенная выборка, в которой присутствовали особи четырех возрастных групп от 5+ до 8+ лет (рис. 5).

Общий спектр питания омуля в *возрасте 5+ лет* состоял из остатков водной растительности (22,4%) и насекомых, среди которых преобладали двукрылые, представленные только личинками хирономид (77,6% по массе). Пищевой спектр омуля в *возрасте 6+ лет* отличался большим разнообразием. Среди членистоногих предпочтение отдавалось насекомым, составлявшим (93,3% по массе), ракообразные были представлены одним семейством Gammaridae (0,8%). Среди насекомых существенную роль в питании омуля играли двукрылые, представленные водными личинками хирономид (93,3%).

Остатки растительности составили 3,8% по массе. В незначительном количестве в желудочно-кишечных трактах были отмечены остатки рыб (2,1%). Омуль в *возрасте 7+* потреблял только ракообразных, среди которых были представители одного семейства Gammaridae (94,0%) и компоненты растительной пищи (6,0%). Пищевой спектр омуля *возрасте 8+* состоял исключительно из остатков водной растительности (100 % по массе). Анализ значений средних общих индексов накормленности омуля свидетельствует о самой низкой интенсивности питания в р. Вэнуймуеха в летний период, по сравнению с другими реками. Его среднее значение по всей выборке составляло $0{,}01^{o}/_{ooo}$, при этом наименьший показатель ряпушки имели в возрасте 8+ лет ($0{,}001^{o}/_{ooo}$). Более интенсивно питались особи в возрасте 7+ ($0{,}02^{o}/_{ooo}$). У 5+ и 6+ летних рыб общий индекс наполнения желудочно-кишечных трактов был равен среднему значению по выборке.

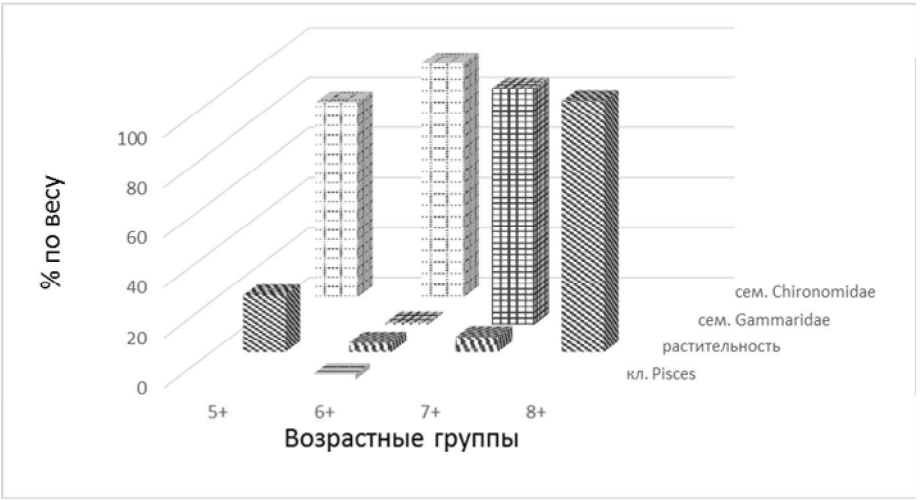


Рисунок 5 - **Возрастные изменения питания омуля в р. Вэнуймуеха**

P. Сабеттаяха. В выборке присутствовали особи четырех возрастных групп от 4+ до 7+ лет (рис. 6). Общий спектр питания омуля в *возрасте 4*+ лет состоял только из остатков рыб (89,5%) и остатков водной растительности (10,5%). Омуль в *возрасте 5*+ лет потреблял только водные личинки двукрылых, среди которых 99,9 % составляли хирономиды. Пищевой спектр омуля в *возрасте 6*+лет включал в период исследований членистоногих (97,9%), остатки рыб (1,6%) и водной растительности (0,5%). Среди насекомых доминирующее значение имели личинки двукрылых, представленные исключительно личинками хирономид (97,9%). Омуль в *возрасте 7+ лет* питался членистоногими, среди которых также преобладали двукрылые, представленные только личинками хирономид (93,6% по массе). В незначительном количестве в желудочно-кишечном тракте были встречены остатки водной растительности (6,4%).

Анализ значений средних общих индексов накормленности омуля свидетельствует о достаточно низкой интенсивности питания в р. Сабеттаяха в летний период. Ее среднее значение по всей выборке составляло 2,2$^{o}/_{ooo}$, при этом наименьший показатель наблюдался у рыб в возрастах 4+ лет (0,004$^{o}/_{ooo}$) и 7+ (0,015$^{o}/_{ooo}$). Наиболее интенсивно питались особи в возрасте 5+ (19,6 $^{o}/_{ooo}$). У омуля в возрасте 2+ общий индекс наполнения желудочно-кишечных трактов был близок к меньшим значениям (0,34$^{o}/_{ooo}$).

Иными словами, при анализе возрастных изменений в питании омуля в пресноводных водоемах северо-восточного Ямала была взята обобщенная выборка летних сборов (июнь-июль), в которой были представлены практически возрастные группы половозрелого нагульного омуля (от 4+ до 8+ лет). Выяснилось, что основу

питания рыб всех возрастных групп составляли водные личинки насекомых, при этом их более интенсивно их потребляли особи в возрасте от 5+ до 7+ – от 43,2 до 100% от массы пищевых комков (рис. 7).

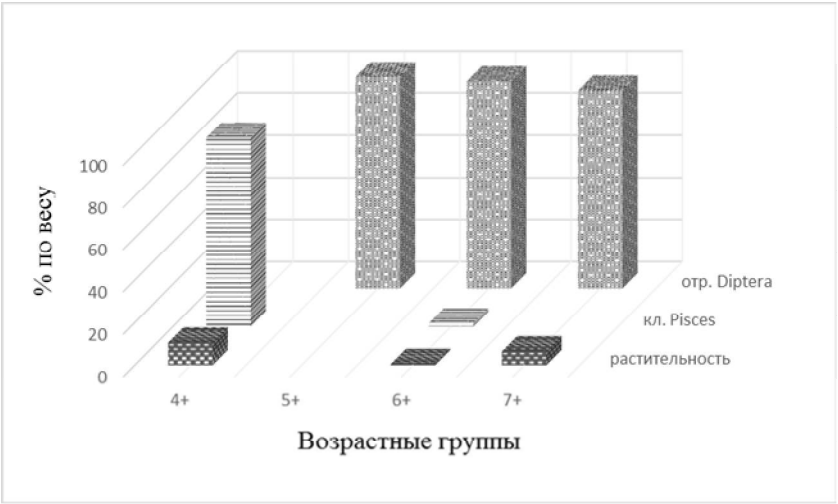


Рисунок 6 - **Возрастные изменения в питании омуля в р. Сабеттаяха**

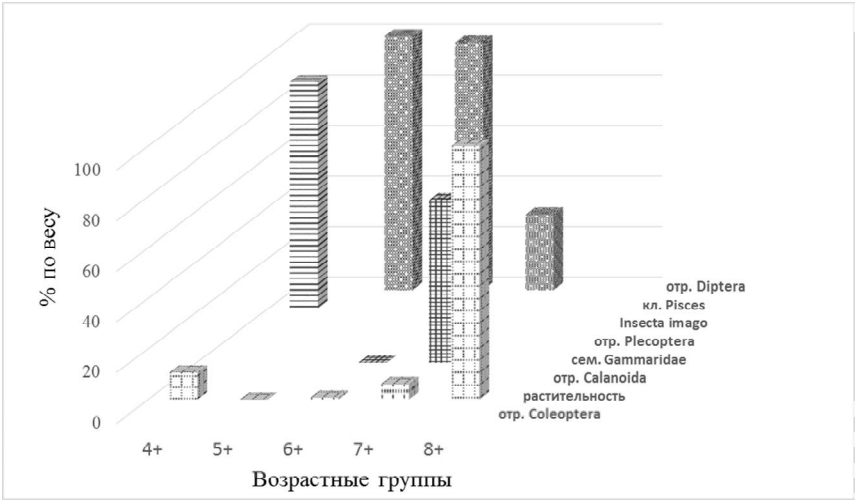


Рисунок 7 - **Возрастные изменения в питании омуля по обобщенной выборке**

Среди них во всех возрастных группах доминировали двукрылые (от 43,2 до 100,0% по массе), представленные личинками хирономид. В незначительном количестве были отмечены личинки жуков (0,1%), веснянок (0,7%) и взрослые формы насекомых в стадии имаго (1,4%). Среди ракообразных значение в пище омуля представителей отряда амфипода увеличивалось по мере роста рыб. У рыб в возрасте 6+, их доля составляла лишь 0,1%, в то время как у рыб в возрасте 7+ - уже более половины общего состава пищевого спектра – 64,2%. Использование растительных компонентов с возрастом неравномерно увеличивалось от четверти (22,4%) у рыб в возрасте 4+ до 100% у девятилеток (8+). Количество используемой в пищу молоди рыб неравномерно изменялось у рыб разных возрастов – от 89,5% у особей в возрасте 4+ до 1,6 % в возрасте 8+ лет.

Резюмируя вышеизложенное, следует отметить, что общий пищевой спектр омуля в видовом отношении достаточно широк. При этом в весовом отношении основным компонентом питания практически во всех исследованных реках и большинстве возрастных групп, за исключением особей в возрасте 4+ и 8+ лет, являлись водные личинки хирономид. Также значительную роль в питании омуля в летний период занимали остатки рыб и растительность, т.е. по характеру питания нагульного омуля при заходе в реки северо-восточной части п-ва Ямал можно эврифагом с преимущественно бентосным характером питания.

Литература

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974. 253 с.

Природа Ямала /отв. ред. Л.Н. Добринский. Екатеринбург: Наука, 1995. 436 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 15. Алтай и Западная Сибирь. Вып. 3. Нижний Иртыш и Нижняя Обь/ Под ред. Г. Д. Эйрих. Л.: Гидрометеоиздат, 1964. 432 с.

Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука. 1980. 300 с.

Novoselov A.P. Feeding of Whitefish *Coregonus lavaretus pidschian* (Coregonidae) in the Lower Reaches of the Northern Dvina River // Journal of Ichthyology, 2014, Vol. 54, № 10. P. 913-933.

ABSTRACT. Qualitative and quantitative structure of Arctic cisco food are analysed in the rivers of northeastern the Yamal Peninsula area in the vegetative period of 2013. The dominating groups of fodder organisms also differences of spatial food compositions and age food compositions are revealed for Arctic cisco. Results of researches can be used for an assessment and regulation of Arctic cisco number in northern part of the Gulf of Ob and for stock management.

ОСОБЕННОСТИ ИХТИОФАУНЫ МАЛОЙ РЕКИ (Р. ОЧЕР ПЕРМСКОГО КРАЯ) В КАСКАДЕ ПРУДОВ

С.П. Огородов
Пермское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Пермь, ogorodovsergey@gmail.com

Известно, что структура ихтиоценозов реки, в том числе состав ихтиофауны и численность отдельных видов рыб, сильно зависит от размера водотока и характерных особенностей местообитаний в каждом водоеме. В крупных реках, а также прудах и водохранилищах имеется широкий спектр разных биотопов, в связи, с чем им свойственно наличие большого числа видов. Малые же реки, как правило характеризуются наличием небольшого количества биотопов и обедненными ихтиоценозами.

Согласно ГОСТу 19179-73, рекой принято считать водоток значительных размеров, питающийся атмосферными осадками со своего водосбора и имеющий четко выраженное русло; водоток – водный объект, характеризующийся движением воды в направлении уклона в углублении земной поверхности. В СССР применялись два количественных критерия для классификации равнинных рек на малые, средние и большие – длина реки и площадь водосбора. В ГОСТ 19179-73 в качестве количественного критерия принята площадь водосбора, и к малым относятся реки с водосбором не более 2000 км². В многотомном издании материалов по водным ресурсам малыми названы реки, имеющие длину не более 100 км независимо от площади их бассейнов (Ресурсы поверхностных …, 1966).

Исходя из площади водосбора и длины, р. Очер относится к малым рекам, и как следствие, должна иметь обедненную ихтиофауну. Но наличие каскада из двух прудов на р. Очер привело к образованию новых, не типичных для малой реки условий обитания, что в свою очередь изменило структуру речных биоценозов и, в том числе состав рыбного населения.

Изменение состава ихтиофауны, рост численности и биомассы отдельных лимнофильных видов рыб в прудах объясняется более благоприятными, чем в реке, условиями для нагула и зимовки. Поэтому у таких видов в прудах отмечено увеличение биологических характеристик – предельного возраста, скорости роста, жирности, упитанности, плодовитости и др. Реофильные виды при создании прудов зачастую исчезают, сокращают свое распространение или образуют тугорослые формы (Зиновьев, Бакланов, 2000).

Вышестоящий Очерский пруд позволяет воде быстрее нагреваться и дольше сохранять температуру, таким образом, улучшаются условия нереста и нагула рыб в р. Очер ниже по течению. А отсутствие естественных препятствий между р. Очер и Павловским прудом способствует как нерестовым, так и кормовым миграциям рыб из пруда в реку, и обратно.

Таким образом участок р. Очер между Очерским и Павловским прудами является уникальным местом и требует детального изучения.

Материал и методы

Очер – река в Очерском и Оханском районах Пермского края. Устье реки находится в 545 км по правому берегу Воткинского водохранилища (Очерский залив). Длина реки составляет 82 км, площадь водосборного бассейна 1216 км² (Ресурсы поверхностных…, 1966). Река берёт свое начало в 2 км к югу от дер. Кулики (в 22 км к западу от г. Очер), в дер. Масалки Очерского района. Основное направление течения – восток и юго-восток.

Сбор ихтиологического материала на р. Очер проводили ставными сетями с размером ячеи от 10 до 80 мм, длиной от 10 до 90 м и высотой 1.0-2.0 м, а также мальковым неводом длиной 10 м с ячеей 3 мм. Для более детального изучения состава ихтиофауны использовали электроловильную установку ЭЛЛОР-2 с диаметром входного отверстия 0.4 м, длиной кута 0.4 м и размером ячеи 4 мм.

Часть ихтиологического материала была обработана в полевых условиях, часть была зафиксирована в 4% растворе формалина, с последующей обработкой в лаборатории по общепринятым методикам (Правдин, 1966). Структуру рыбного населения анализировали по количественному соотношению видов в уловах, возрастному, размерному и половому составу.

Работы проводились в августе-сентябре 2015 г. на участке р. Очер между плотиной Очерского пруда и подпором Павловского пруда, всего было обловлено 4 участка, общей протяженностью 3584 м (рис. 1). Участки значительно различались по гидрологическим параметрам. Участок №1 – р. Очер, примыкающая к плотине Очерского пруда. Это водоток с гравийно-галечными, жесткими грунтами и высокой прочностью, глубины в местах лова от 0.15 до 1.0 м. Участок №2 характеризуется замедленным течением и преобладанием илистых и глинистых грунтов, глубинами от 1.0 м до 2.0 м. Участок №3 – старица р. Очер в которой течение отсутствует, грунты илистые с большим количеством высшей растительности, глубины от 0.5 до 1.5 м. Участок №4 – место перехода р. Очер в верховья Павловского пруда, где течение замедляется, глубины возрастают до 2.5–3.0 м.

Количество собранного материала составило 2242 экз. (56.143 кг), из них поймано сетями – 335 экз., мальковым неводом – 1458 экз., электроловом – 449 экз.

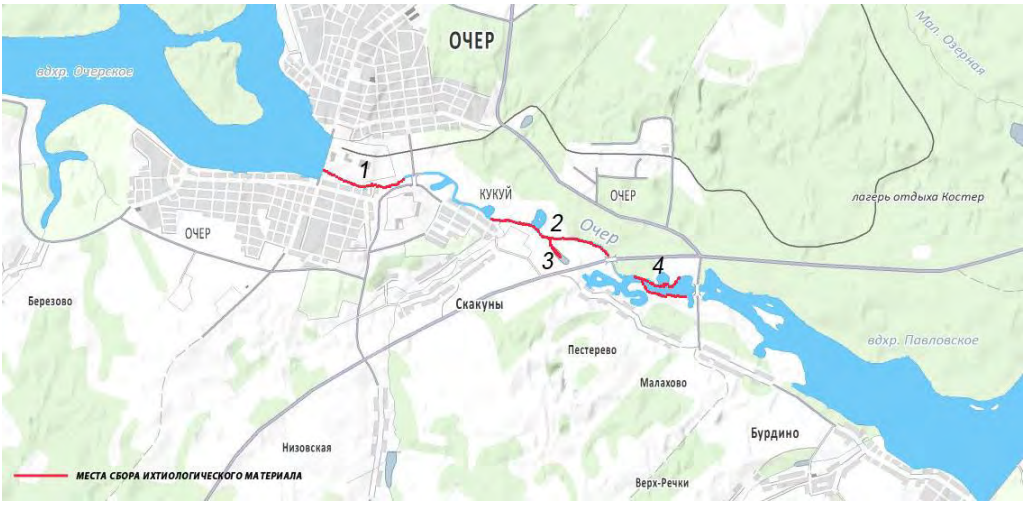


Рисунок 1 - **Места сбора ихтиологического материала**

Встречаемость (*P*) определялась как число проб, в которых встречается вид, к общему количеству проб, выраженное в процентах. Для оценки видового разнообразия ихтиофауны использовался индекс Шеннона (*H*, бит/экз.). Для его расчета использовали показатели улова на усилие (по численности). Для ставных сетей усилие выражали в стандартных сетепостановках (сеть длиной 37.5 м и высотой 2 м, стоявшая 24 часа), для малькового невода и электролова усилие выражали в уловах на 1 га. Доминантов определяли по модифицированному индексу (*d*) Л. В. Арнольди (Щербина, 1993).

Результаты и обсуждение

Современная ихтиофауна Средней Камы, по литературным сведениям (Зиновьев и др., 2004) и результатам исследований Пермского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ» за 1976-2015 гг., представлена 42 видами рыб, относящимися к 13 семействам. Из них в ихтиофауне р. Очер по данным 2015 г. присутствует 17 видов из 5 семейств и 3 отрядов (табл. 1).

Всю ихтиофауну р. Очер можно отнести к 4 фаунистическим комплексам (Никольский, 1947, 1980). Наибольшим числом видов представлен бореальный равнинный (пескарь, карась, язь, елец, плотва, линь, щиповка, окунь, ерш и щука) и понто-каспийский пресноводный (лещ, уклейка, голавль и красноперка) комплексы. Древний верхне-третичный равнинный представлен 2 видами (судак, карп), а к бореальному предгорному относится лишь усатый голец.

Таблица 1 - **Встречаемость (*P,%*) и индекс доминирования (*d*) рыб по данным разных орудий лова в р. Очер в 2015 г.**

№	Вид	*P*, %	*d*			
			С**	М	Э	Среднее
	Отряд Cypriniformes – карпообразные*					
	Семейство Cyprinidae – карповые					
1	*Abramis brama* (L.) – лещ	12,1	1,20	1,26	1,23	1,23
2	*Gobio gobio* (L.) – обыкновенный пескарь	5,0	–	1,09	2,16	1,08
3	*Alburnus alburnus* (L.) – уклейка	11,4	0,64	5,46	2,59	2,90
4	*Carassius carassius* (L.) – обыкновенный карась	0,7	0,07	–	–	0,02
5	*Cyprinus carpio* L. – сазан (карп)	6,4	1,12	–	–	0,37
6	*Squalius cephalus* (L.) – голавль	0,7	–	–	0,38	0,13
7	*Leuciscus idus* (L.) – язь	17,1	1,49	0,08	3,57	1,71
8	*Leuciscus leuciscus* (L.) – обыкновенный елец	0,7	–	–	0,03	0,01
9	*Rutilus rutilus* (L.) – обыкновенная плотва	36,4	6,96	2,51	6,94	5,47
10	*Scardinius erythrophthalmus* (L.) – обыкновенная красноперка	6,4	0,46	–	0,60	0,35
11	*Tinca tinca* (L.) – линь	0,7	–	–	0,21	0,07
	Семейство Cobitidae – вьюновые					
12	*Cobitis taenia* L. – обыкновенная щиповка	0,7	–	–	0,16	0,05
	Семейство Balitoridae – балиторовые					
13	*Barbatula barbatula* (L.) – усатый голец	3,6	0,28	0,28	0,15	0,24
	Отряд Esociformes – щукообразные					
	Семейство Esocidae – щуковые					
14	*Esox lucius* L. – обыкновенная щука	15,0	1,05	0,57	4,00	1,87
	Отряд Perciformes – Окунеобразные					
	Подотряд Percoidei – Окуневидные					
	Семейство Percidae – Окуневые					
15	*Perca fluviatilis* L. – речной окунь	35,0	5,08	14,84	9,12	9,68
16	*Gymnocephalus cernuus* (L.) – обыкновенный ерш	7,1	1,13	0,10	–	0,41
17	*Sander lucioperca* (L.) – обыкновенный судак	1,4	0,21	–	–	0,07

Примечание. * Здесь и далее: номенклатура дана согласно «Каталога бесчелюстных и рыб…» (Богуцкая, Насека, 2004); ** Здесь и далее: С – ставные сети, М – мальковый невод, Э – электролов.

Хочется отметить, что в составе ихтиофауны р. Очер полностью отсутствует такой характерный для малых рек вид, как речной гольян, зато присутствует одомашненная форма сазана – карп.

Наиболее высокий показатель видового разнообразия *H* характеризовал уловы электроловильной установки (2.35 бит/экз.), несколько меньший – уловы ставных сетей (2.25 бит/экз.), самый низкий – уловы малькового невода (1.33 бит/экз.).

Чаще всего в пробах встречались плотва (частота встречаемости 36.4%) и окунь (35.0%), обычными были лещ, уклейка, язь и щука (11.4% – 17.1%), другие виды попадались реже (табл. 1).

В уловах ставных сетей, в соответствии с величиной индекса доминирования *d*, преобладали плотва (6.96) и окунь (5.08), комплекс субдоминантов слагали лещ, карп, язь, ерш и щука (1.05–1.49). Уклейка, карась, красноперка, усатый голец и судак присутствовали в сетях редко. В сети совсем не попадались такие виды, как пескарь, голавль и линь (табл. 1).

В уловах малькового невода доминирующее положение занимали окунь (d = 14.84) и уклейка (d = 5.46). Обычными были лещ, пескарь и плотва (d = 1.09–2.51). Язь, ерш и щука присутствовали в пробах редко, остальные виды в невод не попадались (табл. 1).

В уловах электролова, также как и в уловах ставных сетей, доминировали окунь (d = 9.12) и плотва (d = 6.94). Обычными были лещ, пескарь, уклейка, язь и щука (d = 1.23–4.00). Редко встречались голавль, елец, красноперка, линь, усатый голец и щиповка, а такие виды как карась, карп, ерш и судак в уловах электролова отсутствовали (табл. 1).

В среднем по всем орудиям лова в составе ихтиоценоза р. Очер на исследованном участке доминировал окунь (d = 9.68), субдоминантом выступала плотва (d = 5.47) (табл. 1).

Экологическая структура ихтиоценоза р. Очер по типу питания была представлена бентофагами, планктофагами, хищниками и полифагами. По использованию нерестового субстрата большая часть видов р. Очер относится к фитофилам, но присутствуют также псаммофилы и литофилы. По предпочтению биотопов в ихтиофауне присутствуют как лимнофилы, так и реофилы.

Уловы для данного участка реки составили 27 экз. (1.2 кг) на 1 стандартную сетепостановку.

В составе ихтиофауны участка №1 присутствовало 12 видов. Индекс Шеннона на данном участке, рассчитанный по уловам малькового невода, составил 0.92 бит/экз., а по уловам электролова – 1.49 бит/экз. Доминантом на этом участке реки являлся речной окунь (d = 11.97), субдоминирующее положение занимала обыкновенная плотва (d = 5.00). Многочисленными были обыкновенный пескарь, уклейка и язь (табл. 2). Только здесь отмечены линь, обыкновенный пескарь, обыкновенная щиповка и голавль. Обыкновенная красноперка, присутствующая на всех остальных участках, на этом участке отсутствовала.

Таблица 2 - **Индекс доминирования (d) рыб по данным разных орудий лова на участке №1 р. Очер**

№	Вид	*d*		
		М	**Э**	**Среднее**
1	Лещ	1,34	0,61	0,98
2	Обыкновенный пескарь	1,22	4,26	2,74
3	Уклейка	6,12	1,24	3,68
4	Голавль	–	0,62	0,31
5	Язь	0,11	4,24	2,18
6	Обыкновенная плотва	2,66	7,34	5,00
7	Линь	–	0,34	0,17
8	Обыкновенная щиповка	–	0,25	0,13
9	Усатый голец	0,27	0,36	0,32
10	Обыкновенная щука	0,61	2,16	1,39
11	Речной окунь	15,76	8,17	11,97
12	Обыкновенный ерш	0,08	–	0,04

В уловах участка №2 р. Очер присутствовало 11 видов. Индекс видового разнообразия, рассчитанный по уловам ставных сетей, составил 1.49 бит/экз., а по уловам электролова – 1.47 бит/экз. Доминантами здесь, также как и на участке №1, были речной окунь (d = 6.93) и обыкновенная плотва (d = 5.33). Состав многочисленными видов на данном участке сменился: ими выступали обыкновенная щука и язь (табл. 3). Только на этом участке встречался обыкновенный елец.

Таблица 3 - **Индекс доминирования (*d*) рыб по данным разных орудий лова на участке №2 р. Очер**

№	Вид	*d*		
		С	**Э**	**Среднее**
1	Лещ	1,18	0,27	0,73
2	Уклейка	0,77	1,97	1,37
3	Карп	0,38	–	0,19
4	Язь	1,50	1,93	1,72
5	Обыкновенный елец	–	0,03	0,02
6	Обыкновенная плотва	7,34	3,31	5,33
7	Обыкновенная краснопёрка	0,154	0,23	0,19
8	Усатый голец	0,41	–	0,21
9	Обыкновенная щука	1,56	2,97	2,27
10	Речной окунь	6,50	7,36	6,93
11	Обыкновенный ерш	1,25	–	0,63

В уловах участка №3 р. Очер видовой состав ихтиофауны значительно снизился, здесь присутствовало 8 видов. Индекс видового разнообразия, рассчитанный по уловам ставных сетей, составил 1.21 бит/экз., а по уловам электролова – 1.25 бит/экз. Доминирующим видом на этом участке реки была плотва (d = 8.90), субдоминирующее положение занимал речной окунь (d = 3.04). Значительной была доля обыкновенной красноперки (табл. 4). Только в ихтиофауне этого участка зарегистрирован обыкновенный карась. Но встречающийся на всех остальных участках обыкновенный ерш здесь не обнаружен.

Таблица 4 - **Индекс доминирования (d) рыб по данным разных орудий лова на участке 3 р. Очер**

№	Вид	*d*		
		С	**Э**	**Среднее**
1	Лещ	0,71	1,75	1,23
2	Уклейка	1,31	0,82	1,07
3	Обыкновенный карась	0,43	–	0,22
4	Язь	1,85	–	0,93
5	Обыкновенная плотва	10,72	7,07	8,90
6	Обыкновенная красноперка	2,61	1,62	2,12
7	Обыкновенная щука	0,71	3,14	1,93
8	Речной окунь	2,72	3,35	3,04

В составе ихтиофауны участка №4 присутствовало 10 видов, что ниже, чем на вышележащих участках №1 и №2. Индекс Шеннона на данном участке, рассчитанный по уловам ставных сетей, составил 1.44 бит/экз. В составе ихтиофауны преобладала обыкновенная плотва (d = 5.88), субдоминантом был речной окунь (d = 3.82). Также, значительную часть в уловах занимал карп (табл. 5). Особенностью ихтиофауны участка №4 было наличие обыкновенного судака, а также значительной доли карпа в уловах (d = 2.83).

Таблица 5. **Индекс доминирования (d) рыб по данным сетных уловов на четвертом участке р. Очер**

№	Вид	*d*
1	Лещ	1,30
2	Уклейка	0,76
3	Карп	2,83
4	Язь	1,22
5	Обыкновенная плотва	5,88
6	Обыкновенная красноперка	0,41
7	Обыкновенная щука	0,75
8	Речной окунь	3,82
9	Обыкновенный ерш	1,16
10	Обыкновенный судак	0,72

Собранные за период исследований материалы показывают, что ихтиоценоз р. Очер не обеднен, как этого следовало бы ожидать от малой реки. В нем представлено 17 видов из 42 возможных, что составляет более 40%. Мы связываем высокое разнообразие на данном участке малого водотока с влиянием двух обширных прудов.

Доминантом и субдоминантом в ихтиофауне являются представители бореально-равнинного фаунистического комплекса, а именно окунь и плотва; причем для более проточных участков доминантом являлся речной окунь, а для участков с замедленным водообменом доминантом выступала плотва.

По уловам малькового невода участок №1 имеет очень низкое видовое разнообразие (H = 0.92), но это, что связано с одной стороны, со специфичностью условий формирующихся в нижнем бьефе пруда, а с другой стороны с трудностью качественного облова мальковым неводом данного участка реки. Участок №3 характеризуется наименьшим показателем видового разнообразия по всем орудиям лова, что является типичным старых, деградирующих водоемов – в данном случае заросшей высшей водной растительностью старицы р. Очер.

Значительное преобладание младших возрастных групп свидетельствует о том, что река на исследованном участке имеет высокое нерестово-нагульное значение.

Использование электроловильной установки позволило более полно охарактеризовать ихтиофауну р. Очер, за счет исследования биотопов, которые невозможно обловить другими орудиями лова. Только этим орудием было поймано 4 вида рыб (щиповка, елец, голавль и линь), которые отсутствовали в уловах ставных сетей и малькового невода.

Таким образом, видовое богатство и разнообразие ихтиофауны р. Очер на участке между двумя прудами снижается по мере замедления течения и увеличения глубины. Доминантные комплексы на всех участках слагают 2 вида – речной окунь и обыкновенная плотва. При этом на проточных участках большее значение имеет речной окунь, а на участках с замедленным водообменом – обыкновенная плотва. Для всех исследованных участков реки характерен определенный состав субдоминантов, в большей степени отражающий специфику условий обитания. На проточном участке №1 это реофильные виды – уклейка, язь и пескарь. С увеличением глубины реки на участке №2 комплекс субдоминантов формируют уклейка, язь и щука. На участке №4, где присутствует влияние подпора Павловского пруда, к субдоминантам относятся лимнофильные карп и лещ. В старице реки (участок №3), в условиях значительного зарастания гидрофитами, развитие получает фитофильный вид – красноперка.

Литература

Богуцкая Н.Г., Насека А.М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими коментариями. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 389 с.

ГОСТ 19179-73: Гидрология суши. Термины и определения. М.:1988.

Зиновьев Е.А., Бакланов М.А. Влияние прудов на ихтиофауну малых рек. // Природное наследие и географическое краеведение Прикамья. II межрегиональная научно-практическая конференция: краткие сообщения. Перм. ун-т. – Пермь, 2000. С 124–125.

Зиновьев Е.А., Мандрица С.А., Бакланов М.А. Определитель рыб бассейна Средней Камы. Метод. пос. для учеб. практики. Пермь. 2004. 31 с.

Никольский Г.В. О биологической специфике фаунистических комплексов и значения ее анализа для зоогеографии // Зоол. журн., 1947, т. 26, вып. 3. С. 221-232.

Никольский Г.В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб. – М.: Пищ. пром., 1980. 183с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 375 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 11. Средний Урал и Приуралье. Вып. 1. Кама//Под ред. В. В. Николаенко. – Л.: Гидрометеоиздат, 1966. – 324 с.

Щербина Г. Х. Годовая динамика макрозообентоса открытого мелководья Волжского плеса Рыбинского водохранилища. // Зооценозы водоемов бассейна Верхней Волги в условиях антропогенного воздействия. СПб.: Гидрометеоиздат, 1993. С 108-144.

ABSTRACT. Features of ichthyofauna of small watercourse middle stream enclosed by two ponds are described in the paper. Species wealth and diveresity of Ochyor River fish community in studied reach decrease with stream velocity and depth deeping. Estimates of fish fauna composition depending on used gears are given. Electric fishing detects 4 extra species at hard-to-reach running biotopes.

РОСТ И ПИТАНИЕ ОБЫКНОВЕННОГО ОКУНЯ В ЗОНЕ САДКОВ ФОРЕЛЕВОГО ХОЗЯЙСТВА (РЕСПУБЛИКА КАРЕЛИЯ)

Н.А. Онищенко, И.Н. Онищенко, Ю.А. Шустов, М.А. Лесонен
Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, shustov@petrsu.ru

В процессе исследований распределения, роста и питания озерных рыб в зоне расположения садков форелевых хозяйств на озерах Карелии, удалось выявить следующие особенности экологии аборигенных рыб (Дзюбук, 2012; Онищенко, 2015; Онищенко и др.; 2013, 2014; Рыжков и др.,2014; Рыжков, Дзюбук, 2014). Во-первых, наличие остатков корма возле садков привлекает, прежде всего, таких массовых рыб как окунь, плотва, ерш, уклея и лещ (Рыжков, Дзюбук, 2014). Однако происходят эти массовые подходы обычно в период летнего нагула рыб. Причем у озерных рыб визуальными наблюдениями обнаружена высокая приспособляемость к режиму кормления выращиваемых рыб – примерно за 30-40 минут до начала кормления форели местные рыбы сотнями скапливаются у садков, а затем после завершения подачи корма, через 30-50 минут, опять рассредоточиваются по акватории водоема.

Деятельность форелевого хозяйства влияет также существенно на весовые и возрастные соотношения групп этих видов рыб. В зоне непосредственной близости к садкам, как к источнику дополнительного питания, скапливаются более взрослые крупные рыбы, имеющие, вероятно, преимущества в конкурентной борьбе за пищу перед более молодыми и, следовательно, более мелкими особями.

В мировой литературе, посвященной аквакультуре, имеется много сведений о том, что садковые линии, установленные в водоемах для выращивания различных видов рыб, привлекают внимание аборигенных видов (Fernandez-Jover et al., 2007, 2009; Letourneur et al., 2001). В тоже время в отечественной литературе изучению экологии озерных рыб в зоне рыбоводных ферм уделяется мало внимания. Имеются лишь некоторые сведения о том, что нерест сигов может быть нарушен из-за загрязнения нерестилищ отходами жизнедеятельности от рыб, выращиваемых в садках (Ильмаст, 2012). А по росту и питанию пресноводных рыб в водоемах с форелевыми фермами литературные сведения практически отсутствуют.

Объектом исследований был речной окунь (*Perca fluviatilis L.*), один из массовых аборигенных видов рыб в озере Вохтозере. Отлов рыб проводили с мая по октябрь ежегодно с 2011 по 2015 года.

Озеро Вохтозеро расположено на юге Карелии, где уже восемь лет успешно выращивается форель в садках (Онищенко и др., 2013). Озеро принадлежит к бассейну Ладожского озера: акватория около 9 км^2, наибольшая длина - 7,8 км, ширина - 2 км, средняя глубина - 11 м, максимальная - 35 м. Отличается высокой прозрачностью - до 5 м. В конце мая озеро освобождается от ледяного покрова, а в конце октября начинается процесс льдообразования. В составе местной

ихтиофауны обнаружено 10 видов рыб: ряпушка, сиг, пелядь, форель, щука, налим, ерш, окунь, плотва и язь, причем наиболее многочисленные из аборигенных видов - плотва, ряпушка и окунь.

Отлов окуня проводили в непосредственной близости у садков (станция 1); в 100-200 метрах юго-западнее садков (станция 2) и в наиболее удаленной точке - заливе «карьер» (станция 3), расположенном в 4,5 км от форелевого хозяйства (рис. 1). Вылов рыбы проводился с помощью сетей с размером ячеи 20, 25, 30, 35 и 40 мм высотой 180 см, а также крючковой снастью - бортовыми удочками с подсадкой дождевых червей и гранул корма. Пойманная рыба измерялась и взвешивалась. Возраст рыбы в дальнейшем определялся в камеральных условиях по чешуе с помощью бинокулярной лупы. За период многолетних исследований были получены данные по длине (АД) и массе тела 434 окуней, причем рядом с садками были пойманы 184 окуня, в 100-200 м от садков - 250 окуней, из которых 40 окуней были наполнены жиром (обнаружено при вскрытии). Для изучения питания рыб, сразу после их отлова у рыб извлекали желудки, фиксировали спиртом, а далее в камеральных условиях проводили стандартную обработку.

Рисунок 1 - **Карта – схема отбора проб в озере Вохтозеро**

Проведенный нами анализ роста окуня в зоне расположения садков форелевого хозяйства (до 200 м) и в самой удаленной точке от садков – в 4,5 км, позволил достоверно установить, что весовой темп роста окуня возраста 3+ - 6+ у садков значительно выше (рис. 2). Особенно «впечатляет» вес окуней возраста 5+, отловленных в зоне 100-200 м от садков (выборочное среднее равно 106,5 г), которые почти в два раза были больше по весу «карьерных» окуней (выборочное среднее равно 62,7 г).

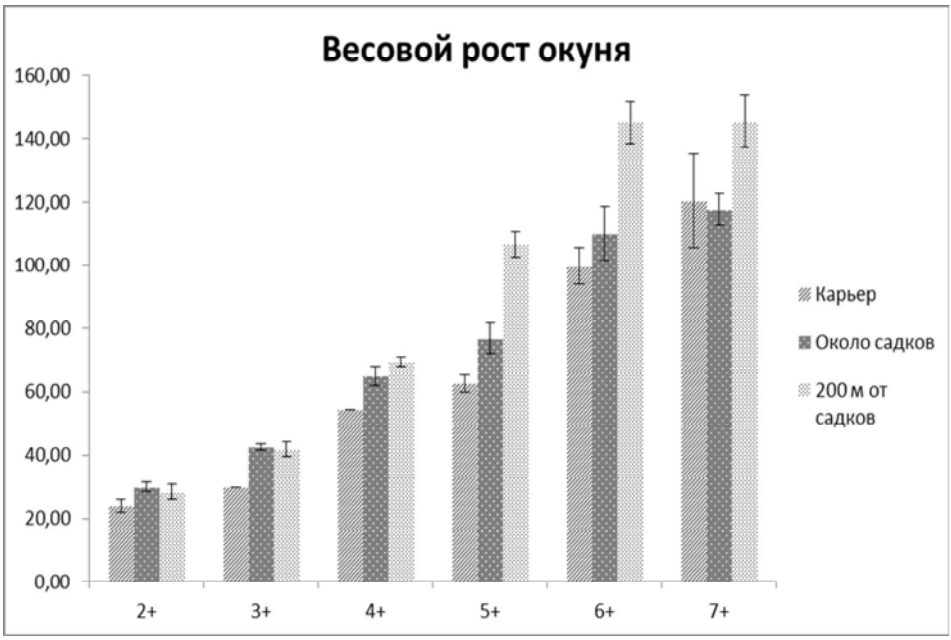


Рисунок 2 - **Весовой рост окуня в возрастной группе (от 2+ до 7+) в озере Вохтозеро**

Безусловно, высокий темп роста окуней в озере Вохтозере связан с дополнительным питанием окуня остатками форелевого корма и мелкой рыбой. Так, например, наши исследования питания 60 окуней в зоне 100-200 метров от садков в 2013-2015 годах показали, что форелевый корм составляет по массе около 30% от веса пищевого комка, а рыба - более 40% от веса пищевого комка. Зообентос (традиционный корм окуней) на этом участке составлял всего 15% от веса пищевого комка окуня, в то время как в самой отдаленной точке от садков (4,5 км) - 70% от веса пищевого комка, а рыбы - менее 15% от веса пищевого комка.

В озере Вохтозере мы неоднократно отлавливали крупных и окуней с высоким содержанием полостного жира. Особенно много их было поймано нами не у садков, а на расстоянии в 100-200 м от садков. Исследования питания 10 окуней с высоким содержанием полостного жира с июля по август 2015 г. в зоне 100-200 м

от садков показали, что эти окуни наиболее активно потребляли форелевый корм. Так, в четырех желудках нами были обнаружены только гранулы корма, в четырех только переваренные остатки корма и два желудка были пустыми. Никаких других традиционных пищевых объектов (бентос, зоопланктон, рыба) в желудках не было обнаружено.

Таким образом, наши многолетние исследования экологии одного из массовых карельских озерных рыб в зоне расположения форелевых садков - речного окуня, свидетельствуют о том, что многие экологические характеристики рыб — поведение и распределение, питание, а также рост, имеют существенные отличия от экологии рыб в естественных водоемах. В озере Вохтозере (бассейн Ладожского озера) в зоне садков форелевого хозяйства рост окуня (*Perca fluviatilis* L), по сравнению с ростом рыб в карельских озерах с естественными условиями обитания, с возрастом существенно возрастает. Особенно по весовым показателям отличаются крупные окуни, активно потребляющие форелевый корм, в результате чего рыбы имеют большие запасы полостного жира.

Литература

Дзюбук И.М. Рыбная часть сообщества гидробионтов в районе садкового форелевого хозяйства // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер. «Естественные и технические науки». 2012, №8 (129). Т.2. С. 14 – 17.

Ильмаст Н.В. Рыбное население пресноводных экосистем Карелии в условиях их хозяйственного освоения. Автореф. на соискание уч. степени д-ра. биол. наук. Москва, 2012. 44 с.

Онищенко И.Н. Особенности распределения, роста и питания озерных рыб в зоне форелевых хозяйств (Республика Карелия). Автореф. канд. дисс., Петрозаводск, 2015. 20 с.

Онищенко И.Н., Онищенко Н.А., Рыжков Л.П., Шустов Ю.А. Поведение и распределение озерных рыб в зоне садков форелевого хозяйства (республика Карелия) // Междунар. науч. конф., посвященная 100-летию ГОСНИОРХ «Рыбохозяйственные водоемы России: фундаментальные и прикладные исследования». СПБ, 2014. С. 191.

Онищенко И.А., Рыжков Л.П., Онищенко Н.А. Вохтозеро – водоем садкового рыбоводства // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер. «Естественные и технические науки». №2 (131). 2013. С. 23-26.

Онищенко И.Н., Онищенко Н.А., Шустов Ю.А., Тыркин И.А. Особенности распределения, роста и питания озерных рыб в зоне форелевых хозяйств (Республика Карелия) // Матер. 5-ой межд. конф. «Функционирование и динамика водных экосистем в условиях климатических и антропогенных воздействий», С.– Пб., 12 – 17 октября 2015, С. 1059-1062.

Рыжков Л.П., Онищенко И.Н., Онищенко Н.А., Шустов Ю.А. Особенности распределения аборигенных озерных рыб в зоне влияния форелевой фермы // Ученые

записки Петрозаводского государственного университета. Сер. «Естественные и технические науки». №2 (139). 2014. С. 23-29.

Рыжков Л.П., Дзюбук И.М. Экологическая безопасность садкового рыбоводства. Петрозаводск: Изд – во ПетрГУ, 2014. 98 с.

Fernandez-Jover D, Lopez-Jimenez JA, Sanchez-Jerez P, Bayle-Sempere J, Gimenez-Casalduero F, Martinez-Lopez FJ, Dempster T. Changes in body condition and fatty acid composition of wild Mediterranean horse mackerel (Trachurus mediterraneus, Steindachner, 1868) associated with sea cage fish farms // Marine Environmental Research. Vol. 63, 2007. P. 1–18.

Fernandez-Jover D., Sanchez-Jerez P., Bayle-Sempere JT., Arechavala-Lopez P., Martinez-Rubio L, Lopez Jimenez J, Martinez Lopez FJ. Coastal fish farms are settlement sites for juvenile fish // Marine Environmental Research. Vol. 68, 2009. P. 89−96.

Letourneur Y., Darnaude A., Salen-Picard C., Harmelin-Vivien M. Spatial and temporal variations of fish assemblages in a shallow Mediterranean soft-bottom area // Hydrobiologia Vol. 118, 2001. P. 187-197

ABSTRACT. In cages trout farm zone of the lake Vedlozero (basin of Lake Ladoga) the growth of perch (*Perca fluviatilis* L) greatly increases with age, compared to the growth of fish in the Karelian lakes with their natural habitat. Big perch actively consuming trout feed differ in weight indicators especially, resulting in fish have large reserves of cavity fat.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КАСПИЙСКИХ КИЛЕК

Ю.А. Парицкий, А.А. Асейнова, В.П. Разинков, Т.В. Помогаева, А.М. Камакин
Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (КаспНИРХ), Астрахань, slavarazinkov@mail.ru

В Каспийском море существует три вида килек: анчоусовидная *Clupeonella engrauliformi* (Borodin, 1904), большеглазая - *Clupeonella grimmi* (Kessler, 1877) и обыкновенная - *Clupeonella cultriventris caspia* (Svetovidov, 1941). Оценка состояния их запасов необходима для рационального использования популяций.

Цель работы – изучить концентрации, биологические показатели, оценить состояние запаса килек в Каспийском море.

Промысел каспийских килек до 2001 г. базировался на запасах анчоусовидной и большеглазой килек, которые составляли в уловах около 99%. Суда оснащались оборудованием для электросвета. Положительный фототаксис килек обеспечивал высокие промысловые уловы килек в ночное время суток. Высокая численность популяций каспийских килек и рациональное использование их запасов в течение 50 лет позволяли успешно вести круглогодичный лов этих рыб, не испытывая затруднений с сырьевой базой. Среднесуточные уловы судов до 2000 года варьировали от 18 до 20 т. Объем годового вылова килек по Каспию находился в среднем на уровне 250 тыс. т, достигая в отдельные годы (1971 г.) 440 тыс. т. В 2001 г. произошла массовая гибель в результате сейсмических явлений в Каспийском море.

Массовая гибель килек была вызвана поступлением в зону действия кругового каспийского течения большого количества токсических газов, в связи с подвижкой материковых плит и разломами земной коры (Катунин и др., 2002).

В результате негативных изменений в экосистеме в 2000-2002 гг., вызванных подводным землетрясением и вспышкой численности азово-черноморского вселенца - гребневика мнемиопсиса, произошли кардинальные изменения в соотношении численности каждого из трех видов килек (Люшвин и др., 2006). Негативное влияние мнемиопсиса проявляется, как в выедании зоопланктона и науплеальных стадий зоопланктона, так и в прямом выедании икры и личинок килек, в основном, анчоусовидной кильки (Камакин, 2005). Под влиянием этих факторов резко сократилась биомасса генерального вида каспийской ихтиофауны - анчоусовидной кильки и второго по численности вида - большеглазой кильки (Седов, Парицкий, 2007).

В силу особенностей своей экологии не пострадал от гребневика-мнемиопсиса только третий вид - обыкновенная килька. Этот вид до настоящего времени сохранил высокую численность популяции и из года в год формирует поколения высокой и средней численности.

Наиболее объективный показатель, отражающий состояние запаса - исследовательский улов. Результаты конусных и траловых съёмок показали, что исследовательский улов на усилие обыкновенной кильки в Среднем Каспии в 2015 г. (959 экз./лов) превышал средний многолетний показатель на 26,2% (рис. 1). В северной части Каспийского моря улов на усилие (5112 экз./час траления) был близок среднему многолетнему значению. Росту запаса обыкновенной кильки обоих стад способствовало удовлетворительное кормовое обеспечение популяции, высокая численность родительской части стада, широкий диапазон его возрастного состава, обеспечивающего высокую популяционную плодовитость.

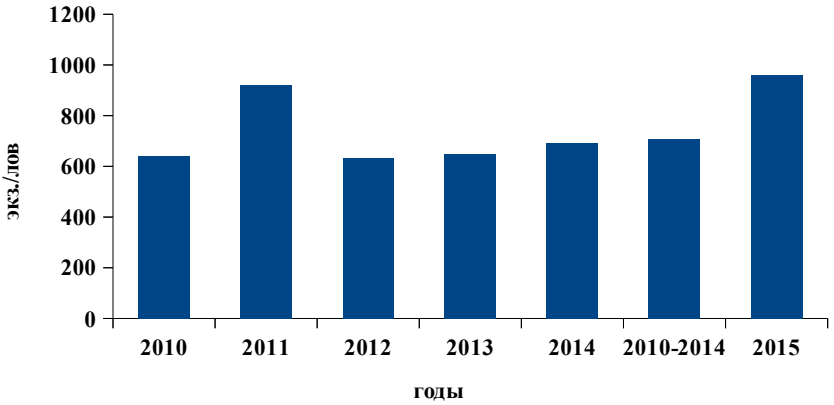


Рисунок 1 - **Динамика исследовательского улова обыкновенной кильки**

Удовлетворительное состояние запасов характеризуется стабильным линейно-весовым ростом кильки как в Северном, так и в Среднем и Южном Каспии. Средняя длина кильки в Среднем и Южном Каспии составляла 8,8 см, средняя масса – 6,7 г, упитанность по Фультону – 0,98.

Высокий уровень запаса обыкновенной кильки северокаспийского стада объясняется высоким пополнением популяции, превышающим среднемноголетний уровень на 23,4% .

За последние 10 лет наблюдений (2006-2015 гг.) численность популяции обыкновенной кильки варьировала в интервале 20-30%, в настоящее время превышает средний уровень на 18,5%, что свидетельствует о высоком уровне запаса этого года.

Пополнение популяции в 2017 г. прогнозируется на уровне 56,6 млрд. экз., с учетом этого показателя и общей убыли поколений, абсолютная численность обыкновенной кильки в 2017 г. составит 131,2 млрд экз., биомассой 642,7 тыс. т. Промысловый запас оценивается в 79,7 млрд экз., биомассой 435,7 тыс. т.

Проведенные исследования показали, что в 2015 г. на долю анчоусовидной кильки в исследовательских уловах 3-х видов килек приходилось 33,7%. Улов

на исследовательское усилие анчоусовидной кильки превышал средний многолетний показатель в весовом выражении на 29,7%.

Исследовательский улов анчоусовидной кильки в 2015 г. составлял 485 экз./лов, что выше всех предыдущих показателей за последние 5 лет и выше среднемноголетнего значения в 1,9 раза (рис. 2).

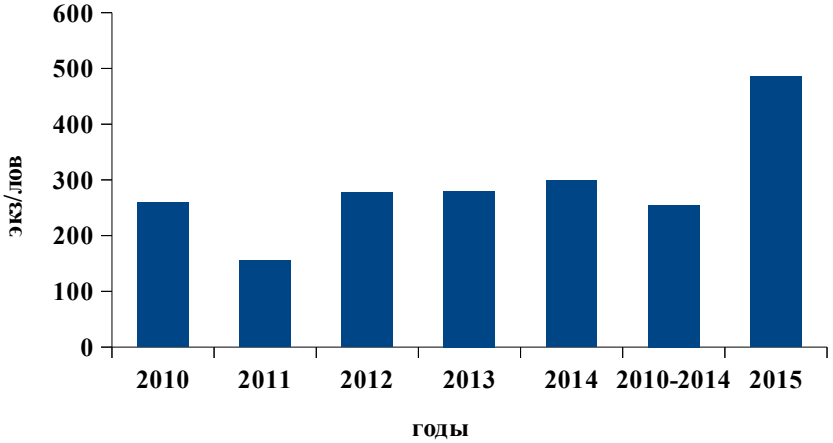


Рисунок 2 - **Динамика исследовательского улова анчоусовидной кильки**

Анчоусовидная килька была представлена линейными размерами от 4,0 до 14,0 см и массой от 0,4 до 24,1 г. Высокая доля молоди в составе популяции, низкие показатели средней длины (9,8 см) и средней массы (9,0 г) свидетельствуют о вступлении в промысловый запас кильки высокоурожайного поколения и об омоложении популяции. Популяция отличалась высоким темпом весового роста возрастных групп, превышающего на 2,0% уровень среднемноголетних значений.

Показатель урожайности анчоусовидной кильки генерации 2014 г. определён в количестве 230 экз./лов, численность годового пополнения в возрасте 0+ лет определена в количестве 15,3 млрд экз., что выше среднего многолетнего значения в 2,3 раза.

Анализ текущего состояния популяции анчоусовидной кильки показывает, что её численность имеет тенденцию к росту и в 2015 г. превысила уровень 2011 г. в 3,3 раза. Увеличение абсолютной численности вида сопровождается ростом биомассы как общего, так и промыслового ресурса. На ближайшую перспективу уровень пополнения популяции прогнозируется выше среднего многолетнего. С учетом этого промысловый запас по всему морю в 2017 г. прогнозируется в объеме 231,43 тыс. т, т.е. на 18,9% выше среднего многолетнего значения. Несмотря на увеличение численности данного вида, общая и промысловая биомасса анчоусовидной кильки (по отношению к запасам конца 1990-х годов) продолжает находиться в депрессивном состоянии.

Уловы большеглазой кильки варьировали от 0 до 2167 экз./лов (в среднем 8,2 экз./лов), что выше среднемноголетнего показателя в 1,8 раза (рис. 3). На долю взрослых рыб приходилось до 40,0%. В уловах большеглазая килька была представлена длиной от 5,5 до 12,5 см и массой 0,6 до 13,8 г, при средних показателях соответственно 8,5 см и 5,4 г. Килька характеризовалась повышенным коэффициентом упитанности, превышающим средний многолетний показатель.

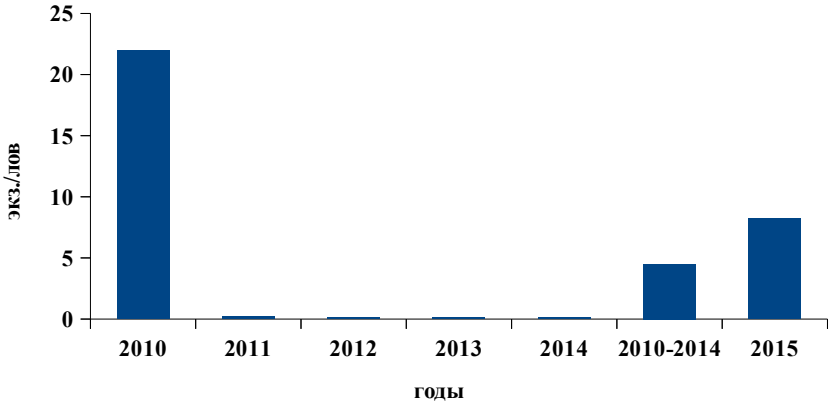


Рисунок 3 - **Динамика исследовательского улова большеглазой кильки**

Анализ многолетнего материала за период с 2011 по 2015 гг. показал, что в структуре нерестовой популяции большеглазой кильки в первые три года численность самок неуклонно снижалась, формирование новых поколений осуществлялось за счёт увеличения коэффициента выживания, который достиг максимального значения (0,0126%) в 2014 г. В дальнейшем, при вступлении в промысловый запас, эти поколения способствовали росту численности самок до 163,4 млн экз. в 2015 г. и, следовательно, большему количеству выметанных икринок.

Прогнозная численность нерестующих самок в 2016 г. позволяет определить пополнение в 2016-2017 гг. в количестве 302,7-487,6 млн экз. В связи с этим численность и биомасса промыслового запаса в 2017 г. оцениваются в объёме соответственно 507,9 млн экз. и 4315,55 т.

Снижение показателей средней длины, массы и возраста свидетельствовали о вступлении в промысловый запас урожайного поколения, что позволяет прогнозировать увеличение запаса на ближайшую перспективу, но на низком уровне.

В 2015 г. численность мнемиопсиса составляла в среднем 28,4 экз./лов, что ниже, чем в 2014 г., в 1,5 раза и ниже среднего многолетнего показателя за 2010-2014 гг. в 2,6 раза. В те годы, когда наблюдался спад биомассы мнемиопсиса, прослеживался рост исследовательских уловов годовиков анчоусовидной кильки (рис. 4).

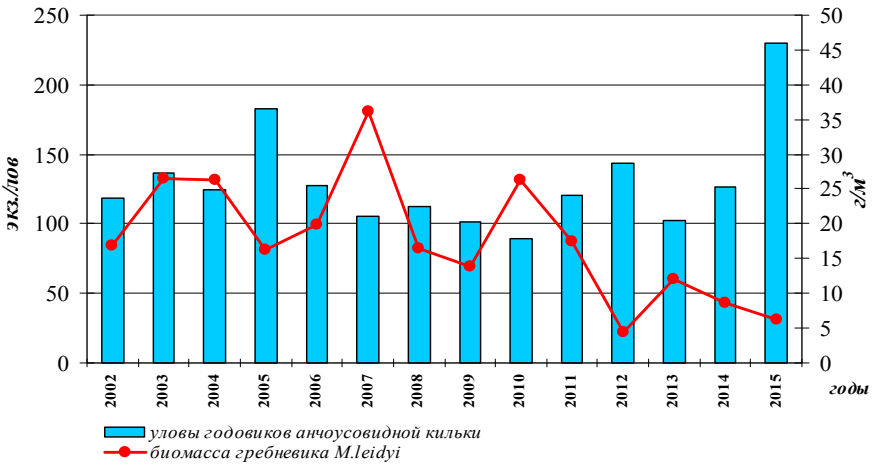


Рисунок 4 - **Средние уловы годовиков анчоусовидной кильки и показатели средней биомассы мнемиопсиса**

Результаты гидроакустических исследований в Среднем и Южном Каспии показали, что скопления килек (без подразделения на видовой состав) распределяются как над 30-150 м изобатами, так и над большими глубинами (до 900 м) в верхнем 50-метровом слое. Максимальные скопления взрослых рыб (свыше 100 т/миля^2) отмечаются в Среднем Каспии над глубинами от 150 до 700 м и в западной его части на траверзе г. Избербаш над глубинами от 30 до 100 м (рис. 5).

Проведенные исследования, по отношению к предыдущему году, указывают на рост средней плотности скоплений (табл. 1).

Таблица 1 - **Средняя концентрация каспийских килек в Среднем и Южном Каспии по данным гидроакустических съемок, (т/миля^2)**

Год наблюдений	Личинки	Молодь 0+ лет	Взрослые	Всего молодь и взрослые
2014	-	7,96	25,52	33,48
2015	4,37	9,79	29,01	43,17

В целом по всей обследованной акватории площадью в 34110 миль^2 средняя плотность распределения взрослых килек составляла 29,01 т/миля^2, молоди - 9,7 т/миля^2, личинок - 4,37 т/миля^2. Биомасса личинок, молоди и взрослых килек оценивалась соответственно в 149; 330,9 и 989,5 тыс. т.

Уровень пополнения эндемичных видов килек подтверждает высокую эффективность их воспроизводства: в 2015 г. численность нового поколения анчоусовидной (21,32 млрд экз.) и большеглазой (302,7 млн экз.) килек превышал

средний многолетний показатель соответственно в 2,4 и 1,4 раза. Несмотря на рост численности анчоусовидной и большеглазой килек, в последние годы промысловая биомасса этих видов (по отношению к запасам конца 1990-х годов) продолжает оставаться в депрессивном состоянии.

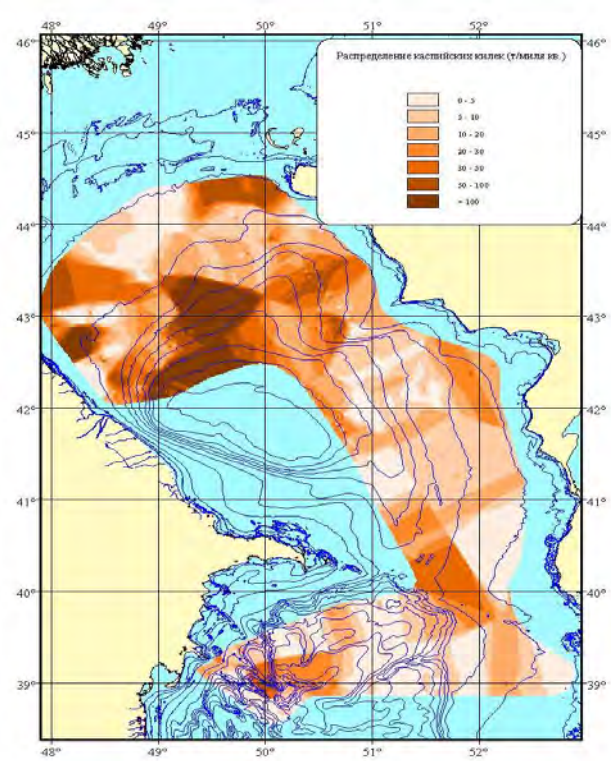


Рисунок 5 – **Распределение каспийских килек в Среднем и Южном Каспии**

При благоприятном состоянии запасов обыкновенной кильки промысел этого вида ведётся на крайне низком уровне. На снижение интенсивности промысла большое влияние оказывают причины организационного характера.

Для ее лова у побережья Дагестана можно использовать ставные невода и другие орудия лова ловушечного типа. При этом надо отметить, что затраты на добычу рыб берегового промысла невелики и при правильной организации работ их можно еще сократить. Слабое освоение рекомендуемого вылова анчоусовидной и большеглазой килек связано с низкой интенсивностью промысла. Морской промысел проводится исключительно с российских судов, ориентированных на скопления, выходящие на глубины 80-100 м, где распределялись скопления обыкновенной и анчоусовидной килек.

Литература

Камакин А.М. Особенности формирования популяций вселенца Mnemiopsis leidyi (A. Agassiz) (Ctenophora: Lobata) в Каспийском море: автореф. дисс. … канд. биол. наук. Астрахань, 2005. 23 с.

Катунин Д.Н., Голубов Б.Н., Кашин Д.В. Импульс гидровулканизма в Дербентской котловине Среднего Каспия как возможный фактор масштабной гибели анчоусовидной и большеглазой килек весной 2001 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2001 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2002. С. 41-55.

Люшвин П.В., Егоров С.Н., Сапожников В.В. Сопоставление сейсмической активности в Каспийском регионе с изменениями численности кильки в Каспийском море // Рыбное хозяйство. 2006. № 2. С. 62-64.

Приходько Б.И. Материалы по миграции, распределению и составу косяков анчоусовидной кильки // Аннотации к работам КаспНИРХа, выполненным в 1958 г. Астрахань: Изд-во «Волга», 1960. С. 9-12

Седов С.И., Парицкий Ю.А. Современное состояние запасов морских промысловых рыб Каспия // Рыбное хозяйство. 2007. № 3. С. 53-54.

ABSTRACT. The fishery of the Caspian sprats to 2001 was based on the stocks of anchovy and big-eyed kilka. At the beginning of the XX century the mass mortality of these species was caused by the receipt in the zone of the Caspian circular flow of large amounts of toxic gases, due to the shift of continental plates and the fracture of the Earth crust and also due to the natural introduction of the ctenophore Mnemiopsis leidyi – a major consumer of forage zooplankton. Under the influence of these factors the biomass of the anchovy and big-eyed kilka was sharply reduced the results of the studies of many years of the FSBSU “CaspNIRKh” has shown the possibility of the restoration of number and biomass.

ОРГАН ОБОНЯНИЯ БЕЛОГО АМУРА *CTENOPHARYNGODON IDELA* VALLENCIENNES, 1844, БЕЛОГО ТОЛСТОЛОБА *HYPOPHTHALMICHTHYS MOLITRIX* VALLENCIENNES, 1844 И КАРПА *CYPRINUS CARPIO* LINNAEUS, 1758 (CYPRINIDAE)

Н.И. Пащенко
Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова, visitgrusha@gmail.com

Обоняние является основной дистантной сенсорной системой у большинства видов рыб и обеспечивает получение информации, важной для поиска пищи, обнаружения опасности, при социальных взаимодействиях, размножении, миграциях (Малюкина и др., 1969; Kleerekoper, 1969; Døving, 1986; Kasumyan, 2004). Способность рыб реагировать на запахи необходимо учитывать при их искусственном выращивании. Однако до сих пор устройство и функционирование органа обоняния у карповых рыб, использующихся в товарном производстве, мало изучено.

Цель настоящего исследования - изучение особенностей органа обоняния у карповых рыб (Cyprinidae) объектов прудового рыбоводства, относящихся к разным экологическим группам: пелагофилов белого амура *Ctenopharyngodon idela* и белого толстолоба *Hypophthalmichthys molitrix,* и фитофила сазана *Cyprinus carpio.*

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Орган обоняния исследовали у половозрелых особей выращеных в искусственных условиях (амур и толстолоб), либо выловлены из природных водоёмов (сазан).

Препарирование и рисунки выполнены с помощью бинокулярного микроскопа МБС-1, измерения – с помощью окулярного микрометра. Площадь обонятельной выстилки вычислена на основании линейных размеров обонятельных складок. Для изучения вентиляции органа обоняния использовали тушь, взвесь которой вносили в воду у органа обоняния неподвижной рыбы.

РЕЗУЛЬТАТЫ

У амура и карпа парные органы обоняния располагаются на дорсальной стороне головы впереди и медиальнее глаз. У толстолоба, в отличие от них, расстояние между органами обоняния и глазами большое (рис. 1а). Каждый из органов представляет собой удлинённую в ростроаудальном направлении овальную обонятельную полость, лежащую в углублении костей черепа, покрытую эпидермальной крышей с двумя обонятельными отверстиями (передняя и задняя ноздри). Абсолютные размеры органа зависят от длины тела рыб, но близки у сходных по размерам особей разных видов. Так, у сазана и толстолоба *TL* 450

и 500 мм длина и ширина органа обоняния составляет соответственно 9.0 и 7.5 мм и 9.0 и 8.0 мм.

Передняя ноздря, по которой вода попадает внутрь органа на ростральный край обонятельной розетки, имеет вид короткой округлой в сечении широкой трубки, слегка возвышающейся над поверхностью головы и вдающейся в обонятельную полость. Вода покидает орган через значительно более крупную заднюю ноздрю (её просвет в 3 раза превосходит размеры передней ноздри) полулунной формы, вытянутую в медиально-латеральном направлении. Снаружи передняя и задняя ноздри разделены носовым мостиком и расположенным на нём парусовидным гребнем, наклонённым вперёд и направляющим ток воды в носовую полость. У сазана передняя ноздря – короткая трубочка, выступающая над поверхностью головы, а задняя ноздря – эллипсовидное, вытянутое в ростроаудальном направлении, отверстие, размерами несколько превосходящее переднюю (рис. 2а). Кроме того, у сазана относительные размеры парусовидного гребня больше, чем у остальных исследованных видов.

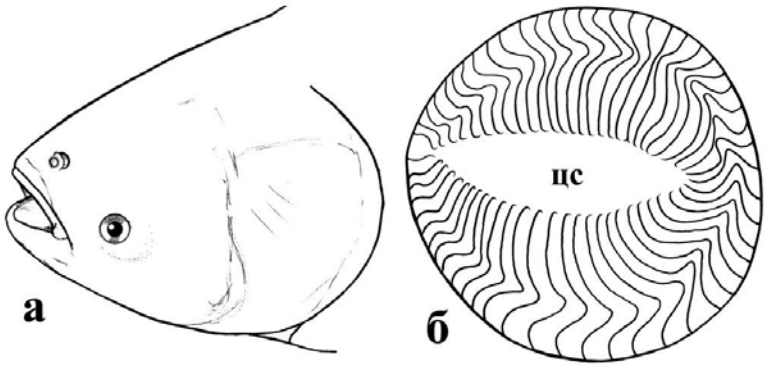


Рисунок 1 **- Половозрелый белый толстолоб *Hypophthalmichthys molitrix, TL* 540 мм:**
а – голова, б – обонятельная розетка; цс – септа (центральная складка)

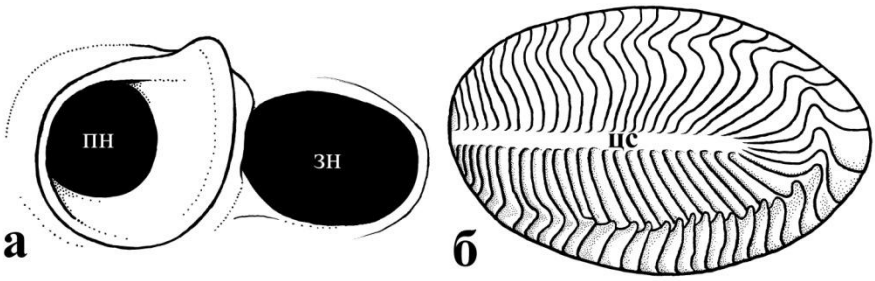


Рисунок 2 - **Орган обоняния половозрелого сазана Cyprinus carpio, TL 640 мм:**
а – вид сверху, б – обонятельная розетка; пн – передняя ноздря, зн – задняя ноздря; ост. обозначения см. на рис. 1.

Обонятельная розетка у всех трёх видов стреловидного типа овальной формы, слегка расширенная в каудальной части, располагается в вентромедиальной зоне дна носового мешка. Септа (центральная складка) обонятельной розетки ориентирована вдоль длинной оси органа. К ней симметрично с обеих сторон примыкают сильно уплощённые боковые складки. В местах их прикрепления септа толще боковых складок, а у толстолоба – расширена (рис. 1б и 2а). В воде складки расправлены, на воздухе слипаются. Вторичная складчатость у исследованных видов рыб отсутствует. В ростральной части розетки складки небольшие, прямоугольной формы. Самые крупные складки расположены в средней и каудальной части розетки. Их свободные дистальные концы, как и свободный дистальный конец септы, увеличены и имеют языкообразную форму. Складки латеральной и медиальной сторон розетки равны по размерам. Число обонятельных складок у близких по длине тела рыб сходное или совпадает, также как и число складок в левом и правом органах у одной особи (табл. 1).

Таблица 1 - **Число обонятельных складок у карповых рыб (Cyprinidae)**

Размерная группа (*TL*), мм	**Число обонятельных складок (*TL*, мм)**		
	амур	**толстолоб**	**сазан**
438.0−540.0	45 (438.0)	51 (540.0)	45 (452.0)
640.0−750.0	63 (750.0)	-	57 (640.0)

Примечание. «-» − нет данных.

Вентиляция дефинитивного органа карповых рыб строго упорядочена. Частицы туши, помещённые в виде взвеси перед органом обоняния неподвижной рыбы, вносятся током воды через переднюю ноздрю внутрь, попадая на ростральный край обонятельной розетки. Действием мерцательного эпителия они вовлекаются в пространство между складками, перемещаясь ко дну, а затем вдоль медиального и латерального сводов обонятельной полости выносятся наружу сквозь заднюю ноздрю (рис. 3). Взвешенные частицы туши, в зависимости от размеров органа обоняния, проходят пространство между складками розетки в течение 2–11 с. Избыток воды, возникающий на течении и при движениях рыбы, с большей скоростью движется наружу над поверхностью обонятельной розетки и также вытекает сквозь заднюю ноздрю. Дыхательные движения у неподвижной карповой рыбы не оказывают влияния на интенсивность вентиляции.

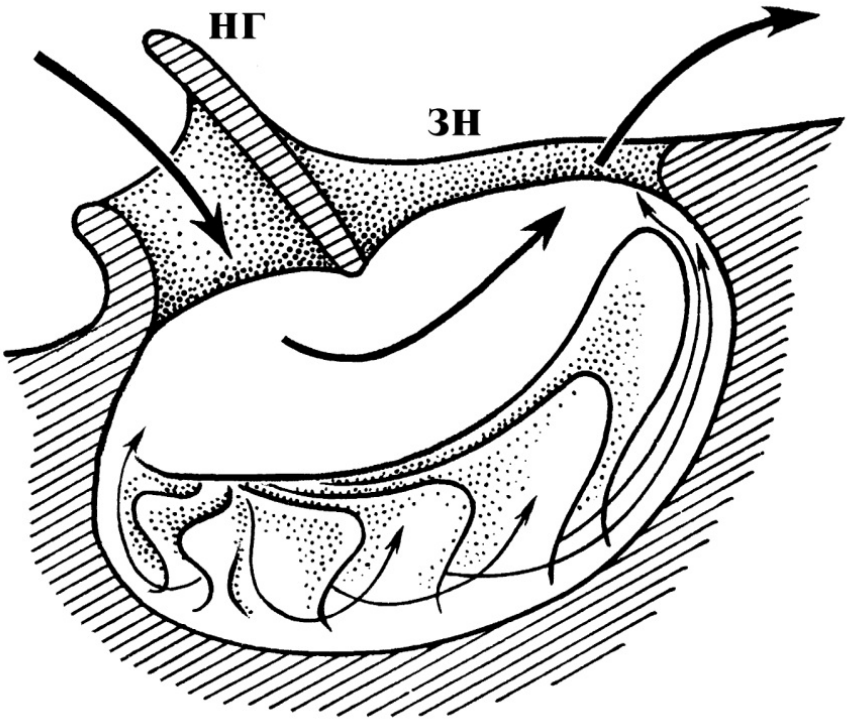


Рисунок 3 – **Схема вентиляции носовой полости карповой рыбы (Cyprinidae) (ростральный край слева, каудальный – справа):**
нг – носовой гребень, зн – задняя ноздря, (→) − направление движения воды, вызванного действием мерцательных клеток

ОБСУЖДЕНИЕ

Исследованные нами виды рыб имеют орган обоняния с одинаковой макро морфологией и одним и тем же типом обонятельной розетки (стреловидный). Аналогичный по строению орган обоняния и у других представителей семейства Cyprinidae (Yamamoto, Ueda, 1978; Singh, 1994; Hansen, Zeiske, 1998; Ghosh, Chakrabarti, 2013, 2014; Пащенко, 1986; Пащенко, Касумян, 2016). Расположение органа обоняния у амура и карпа одинаковое: впереди и медиальнее глаз. У толстолоба глаза относительно органа обоняния смещены вентрально в связи с развитием жаберного фильтрующего аппарата и измененными пропорциями головы (Соин, 1963).

Площадь обонятельной выстилки по мере формирования обонятельной розетки у карповых рыб постоянно увеличивается. В отличие от карповых рыб, у лососевых (Salmonidae), хариусовых (Thymallidae), тресковых (Gadidae) и ряда других рыб, в обонятельной розетке имеется вторичная складчатость,

а с ювенильного возраста число первичных обонятельных складок в розетке не увеличивается (Pfeiffer, 1963, 1965; Watling, Hilleman, 1964; Døving, Kasumyan, 2008; Kudo et al., 2009). Площадь сенсорного эпителия, как это выяснено на примере хрящевых рыб, при этом продолжает увеличиваться, как за счёт роста размеров складок, так и их вторичной складчатости (Schluessel et al., 2010). У карповых рыб рост площади сенсорного эпителия и, соответственно, увеличение числа рецепторных клеток в органе обоняния и рост чувствительности к запахам, достигается за счёт образования новых и увеличения размеров уже имеющихся складок (Пащенко, Касумян, 2015).

Исследованные нами виды имеют сходные размеры *TL*, органа обоняния и числа складок в обонятельной розетке. Число и форма складок в определённой мере зависят от объёма носовой полости (Zeiske et al., 1979). Вероятно, именно поэтому эти виды карповых при близких размерах имеют сходное число складок в розетке. Насколько различаются эти рыбы по площади сенсорной части обонятельного эпителия, плотности расположения в нём рецепторных клеток и по другим ультраструктурным особенностям периферического аппарата обонятельной системы, ещё не выяснено. Ответ на эти вопросы даст возможность понять, какие отделы обонятельной системы затронуты в большей мере компенсаторными модификациями, позволяющими рыбам с разными макроструктурными характеристиками органа обоняния успешно поддерживать хемокоммуникационные связи и их надёжность, обеспечивать хемоориентацию и другие жизненно важные формы поведения (Касумян, Марусов, 2015б).

Вентиляционная система органа обоняния обеспечивает постоянную доступность молекул сигнальных веществ, находящихся во внешней среде, к обонятельным рецепторам. У карповых рыб она включает мерцательные клетки, главная функция которых – микровентиляция пространства между обонятельными складками, на боковых поверхностях которых располагается рецепторный эпителий, и такие макроструктуры, как ноздри, носовая перемычка и располагающийся на ней парусовидный гребень. Дополнительные (вентиляционные) мешки у карповых отсутствуют.

Это компенсирует изоляцию рецепторной части органа от окружающей среды, и повышает надёжность функционирования обонятельной системы благодаря более стабильной и направленной смене воды у рецепторного эпителия. Носовой мостик и парусовидный гребень существенно облегчает вентиляцию обонятельной полости. Ток воды, создаваемый при плавании рыбы или нахождении на течении, строго упорядочен: вода попадает внутрь носовой полости через переднюю ноздрю, основной поток проходит над розеткой и выходит наружу через заднюю ноздрю. Из потока, проходящего над розеткой, часть воды постоянно отбирается и направляется мерцательными клетками в пространство между складками, расправленными в водной среде, на боковой поверхности которых находятся обонятельные клетки (Пащенко, 1986; Пащенко, Касумян, 2015). Это обеспечивает

эффективный обонятельный скрининг большего объёма воды и быстрое получение необходимой информации.

У амура и толстолоба, входная и выходная ноздри относительно *TL* крупные и разные по размеру, в отличие сазана, у которого от обе ноздри относительно малы и почти одинаковые по величине. Эта особенность связана с тем, что сазан бентофаг, ведущий поиск корма в толще донного грунта, сильно его, взмучивая (Суетов, 1939), а его небольшие ноздри уменьшают вероятность попадания частиц ила внутрь обонятельной полости.

Работа осуществлена при поддержке Российского научного фонда (грант № 14-50-00029).

Литература

Касумян А.О., Марусов Е.А. 2015. Хемоориентация в пищевом поведении у слепой пещерной рыбы *Asyanax fasciatus* (Characidae, Teleostei) // Экология. № 6. С. 439–443.

Малюкина Г.А., Дмитриева Н.Г., Марусов Е.А., Юркевич Г.В. 1969. Обоняние и его роль в поведении рыб // Итоги науки. 1968. Зоология. М.: Изд-во ВИНИТИ АН СССР. С. 32–78.

Пащенко Н.И. 1986. Морфофункциональные особенности развития органа обоняния карповых рыб: Автореф. дис. … канд. биол. наук. М.: МГУ, 25 с.

Пащенко Н.И., Касумян А.О. 2015. Сканирующая электронная микроскопия формирования органа обоняния в онтогенезе белого амура *Ctenopharyngodon idella* // Вопр. ихтиологии. Т. 55. № 6. С. 692−712.

Пащенко Н.И., Касумян А.О. 2016. Развитие органа обоняния в онтогенезе карповых рыб (Cyprinidae) // Вопр. ихтиологии. Т. 56.

Соин С.Г. 1963. Морфо-экологические особенности развития белого амура и толстолобика // Матер. Всесоюз. совещ. по рыбхоз. освоению растительноядных рыб – белого амура (*Ctenopharyngodon idella*) и толстолоба (*Hypophtalmichthys molitrix*) в водоемах СССР. Ашхабад: Изд-во АН ТуркмССР. С. 100–137.

Суетов В.С. 1939. К познанию рыбной продуктивности водоемов. Сообщение VIII. Значение иловой толщи в использовании естественного корма рыбами // Тр. Лимнол. ст. в Косино. Т. 22. С. 241–249.

Døving K.B. 1986. Functional properties of the fish olfactory system // Progr. Sens. Physiol. V. 6. P. 39–104.

Døving K.B., Kasumyan A. 2008. Chemoreception // Fish larval physiology / Eds. Finn R.N., Kapoor B.G. Enfield: Sci. Publ. P. 331–394.

Ghosh S.K., Chakrabarti P. 2013. Studies on the morphology of the olfactory organ in the freshwater teleost, *Labeo bata* (Hamilton) // Mesopot. J. Mar. Sci. V. 28 (2). P. 163–174.

Ghosh S.K., Chakrabarti P. 2014. Structural characterization of the olfactory epithelium of freshwater olive barb, *Puntius sarana* (Hamilton, 1822) // Int. J. Aquat. Biol. V. 2 (3). P. 147–154.

Hansen A., Zeiske E. 1998. The peripheral olfactory organ in the zebrafish, *Brachydanio rerio*: an ultrastructural study // Chem. Senses. V. 23. P. 39–48.

Kasumyan A.O. 2004. The olfactory system in fish: structure, function, and role in behavior // J. Ichthyology. V. 44. Suppl. 2. P. S180–S223.

Kleerekoper H. 1969. Olfaction in fishes. Bloomington: Ind. Univ. Press, 222 p.

Kudo H., Shinto M., Sakurai Y., Kaeriyama M. 2009. Morphometry of olfactory lamellae and olfactory receptor neurons during the life history of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) // Chem. Senses. V. 34. P. 617–624.

Pfeiffer W. 1963. The morphology of the olfactory organ of the Pacific salmon (*Oncorhynchus*) // Can. J. Zool. V. 41. P. 1233–1236.

Pfeiffer W. 1965. The size of the olfactory organ in the burbot, *Lota lota* L. // Ibid. V. 43. P. 223–224.

Schluessel V., Bennett M.B., Bleckmann H., Collin S.P. 2010. The role of olfaction throughout juvenile development: functional adaptations in elasmobranchs // J. Morphol. V. 271. P. 451–461.

Singh N. 1994. Scanning electron microscopic study of the olfactory epithelium of four coldwater hillstream teleosts from Garhwal hills (India) // J. Biosci. V. 19. № 1. P. 91–102.

Watling H., Hilleman H.H. 1964. The development of the olfactory apparatus of the grayling (*Thymallus arcticus*) // J. Fish. Res. Board Can. V. 21. P. 373–396.

Yamamoto M., Ueda K. 1978. Comparative morphology of fish olfactory epithelium. III. Cypriniformes // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. V. 44. P. 1201–1206.

Zeiske E., Breucker H., Melinkat R. 1979. Gross morphology and fine structure of the olfactory organ of rainbow fish (Atheriniformes, Melanotaeniidae) // Acta Zool. Stockh. V. 60. P. 173–186.

ABSTRACT. The morphology of the olfactory organ of grass carp CTENOPHARYNGODON IDELA, silver carp HYPOPHTHALMICHTHYS MOLITRIX and common carp CYPRINUS CARPIO (Cyprinidae) were examined using the method of light microscopy. The structure of the olfactory organ is the same for all carp fish, although they are different in their lifestyle and the ecology of reproduction. There are minor differences in morphology of the olfactory organ of various species, however, these specific features do not concern basic structures of this organ.

РАЗВИТИЕ ОРГАНА ОБОНЯНИЯ В ОНТОГЕНЕЗЕ БЕЛОГО АМУРА *CTENOPHARYNGODON IDELLA* VALLENCIENNES, 1844 , БЕЛОГО ТОЛСТОЛОБА HIPOPHTHALMIHTHYS MOLI VALLENCIENNES, 1844 TRIX И КАРПА *CYPRINUS CARPIO* LINNAEUS, 1758 (CYPRINIDAE)

Н.И. Пащенко
Московский государственный университет, visitgrusha@gmail.com

Молодь рыб реагирует на запахи с момента вылупления или перехода на внешнее питание (Tanaka et al., 1991; Døving et al., 1994; Kasumyan et al., 1998). Структуры, ответственные за обонятельную рецепцию, закладываются в онтогенезе рыб ещё раньше (Døving, Kasumyan, 2008). В эмбриональный период у карповых (Cyprinidae) и многих других рыб образуются парные обонятельные плакоды, превращающиеся в обонятельные ямки, в которых имеются десятки и сотни обонятельных рецепторных клеток. По мере развития морфологии органа обоняния усиливается ольфакторная чувствительность (Waldman, 1982; Пащенко, Касумян, 1983, 1986, 2015; Касумян, Пономарев, 1986; Hansen, Zeiske, 1993; Døving et al., 2005). Общая схема развития органа обоняния основывается на небольшом количестве данных. Ещё меньше известно о клеточной структуре обонятельного эпителия и функциональных характеристиках обоняния у ранней молоди (Hansen, Zielinski, 2005; Døving, Kasumyan, 2008; Пащенко, Касумян, 2015). Представления об изменениях этих параметров ориентировочны из-за большого разнообразия внешней морфологии органа обоняния и роли запахов в регуляции поведения у разных видов рыб (Малюкина и др., 1969; Kleerekoper, 1969; Døving, 1986; Kasumyan, 2004; Касумян, Марусов, 2015).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Орган обоняния исследовали у эмбрионов, личинок, мальков и сеголеток. Икру оплодотворяли сухим способом и инкубировали в аппаратах Вейса. Развитие и рост рыб проходили при температуре воды 24–26 °С.

Рисунки выполнены с живых объектов, обездвиженных 5%-ным водным раствором уретана, применяя аппарат РА–1, установленный на микроскопе МБИ-1 (окуляры 7× и 5×, объективы 8× и 5×). Препарирование проводили под бинокулярным микроскопом МБС-1, а измерения с помощью окулярного микрометра. Вентиляцию органа обоняния изучали, используя взвесь туши.

Морфологическое состояние молоди оценивали согласно периодизации развития карповых рыб (Соин, 1963). В тексте указаны возраст молоди после оплодотворения (п.о.), после вылупления (п.в.) и абсолютная длина тела (*TL*).

РЕЗУЛЬТАТЫ

На **V этапе** развития (органогенез) у амура и толстолоба (14 ч п.о., *TL* 4.9 мм), и у сазана (конец первых суток п.о.), на переднебоковой поверхности головного отдела зародыша, перед зачатками глаз, развивается пара овальных утолщений эктодермы – обонятельные плакоды. На **VI этапе** (начало подвижного состояния зародыша и пульсации сердца) обонятельные плакоды уже хорошо заметны (рис. 1а).

VII этап (начало зародышевого кровообращения). У эмбрионов всех видов на внешней поверхности плакоды образуется обонятельная ямка. У амура (20 ч п.о.) и толстолоба (24 ч п.о.) этот процесс совпадает со временем вылупления зародыша из оболочки икринки, у сазана – (3.0 сут. п.о., *TL* 3.5 мм) ещё под оболочкой икринки.

VIII этап (обособление головы от желточного мешка, формирование общей плавниковой складки, закладка плавательного пузыря и жаберных дуг). У предличинок амура (32 ч п.о., или 12 ч п.в., 5.1 мм) и толстолоба (36 ч п.о., или 12 ч п.в., *TL* 5.2 мм) в обонятельных ямках появляются функционирующие мерцательные клетки. У сазана (4 сут. п.о., *TL* 4.2 мм) они начинают свою деятельность ещё оболочкой икринки (рис. 1б). Следует отметить, что интенсивность действия мерцательных клеток зародышей сазана намного выше, чем у двух других видов. Прижизненное окрашивание метиленовым синим, выявляет в обонятельной выстилке единичные бокаловидные секреторные клетки.

IX этап (формирование жаберно-челюстного аппарата). У амура и толстолоба (1–2 сут. п.в., *TL* 6.9 мм), сазана (1–2 сут. п.в., *TL* 5.4–6.2 мм) (рис. 1в, 1г), обонятельная ямка растёт и углубляется. Развиваются жабры и челюстной аппарат, и тело лишается характерного изгиба в передней части. В результате обонятельные ямки у всех исследованных видов к XIV этапу (рис. 1и), оказываются в дефинитивном положении на дорсальной стороне головы. На **X этапе** (эндогенно-экзогенное питание) орган обоняния амура, толстолоба (4 сут. п.в., *TL* 7.5 мм) и сазана (*TL* 7.4 мм), приобретает вид продольно вытянутой неглубокой овальной ямки с пологими краями (рис. 1д).

XI–XII этапы (экзогенное питание, образование непарных плавников). У личинок амура, толстолоба (6–12 сут. п.в., *TL* 7.9–9.5 мм) (рис. 2а, 2б) и сазана (*TL* 7.9–8.3 мм) (рис. 1е, 1ж) обонятельная ямка углубляется, причём наиболее значительно в ростральной части, и увеличивается в размерах, сохраняя эллиптическую форму.

XIII этап (появление второго отдела плавательного пузыря, закладка брюшных плавников). У амура, толстолоба (16 сут. п.в., *TL* 10.2 мм) и сазана (*TL* 10.1 мм) орган обоняния продолжает расти. Начинается формирование носовых мешков (рис. 1з, 2в).

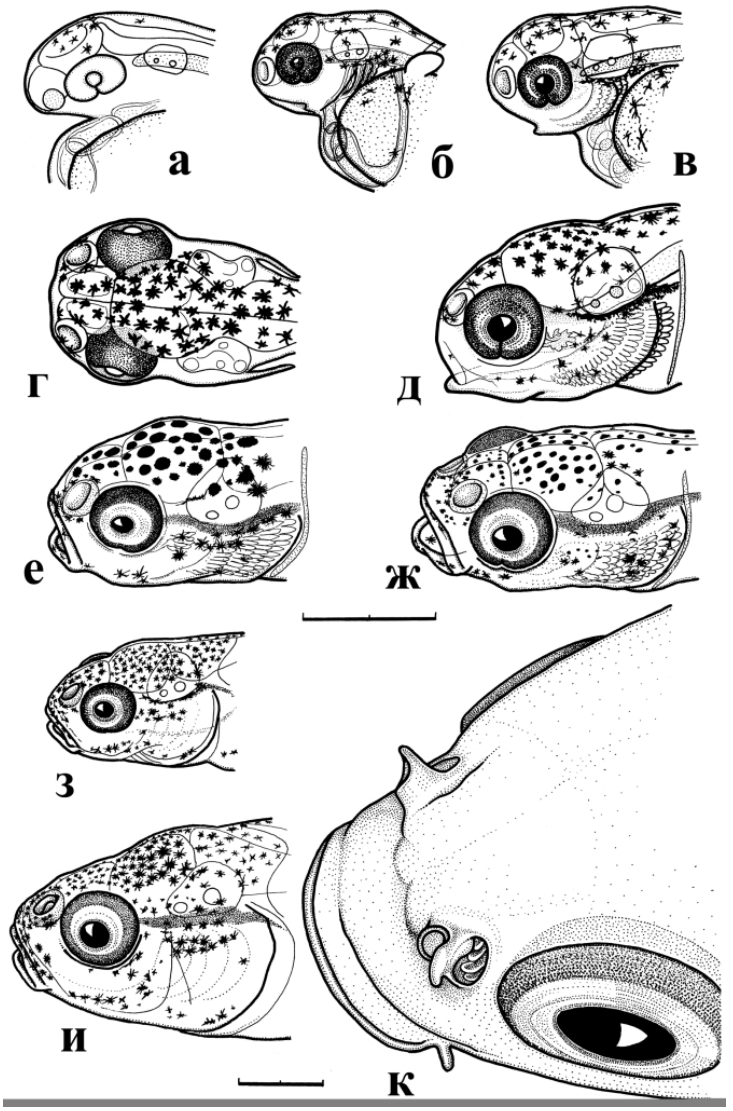


Рисунок 1 - **Развитие органа обоняния сазана *Cyprinus carpio*:**
а – головной отдел зародыша, VI этап, 3 сут. п.о.; б – зародыш, VIII этап, стадия вылупления, 4 сут. п.о., *TL* 4.2 мм; в – предличинка, IX этап, 1 сут. п.в., *TL* 5.4 мм; г – IX этап, 2 сут. п.в., *TL* 6.2 мм, вид сверху; д – личинка, X этап, *TL* 7.4 мм; е – XI этап, *TL* 7.9 мм; ж – XII этап, *TL* 8.3; з – XIII этап, *TL* 10.1 мм; и – XIV этап, *TL* 13.4 мм; к – малёк, XVII этап, *TL* 30.0 мм, вид с дорсолатеральной стороны. Масштаб – 1 мм.

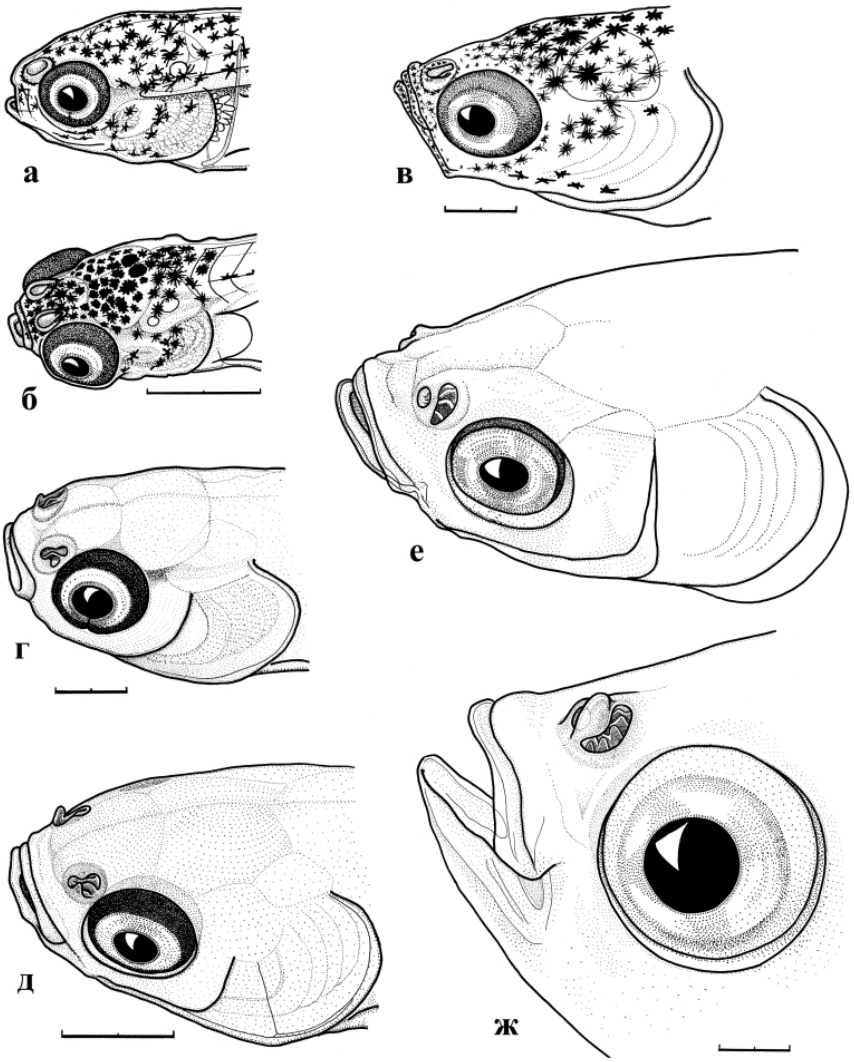


Рисунок 2 - **Развитие органа обоняния белого толстолоба *Hypophthalmichthys molitrix*:**
а – голова личинки, XI этап, *TL* 7.2 мм; б – XII этап, *TL* 7.4 мм, вид с дорсолатеральной стороны; в – XIII этап, *TL* 9.6 мм; г – XV этап, *TL* 17.3 мм; д – малёк, XVI этап, *TL* 20.2 мм; е – XVII этап, *TL* 28.3 мм; ж – XVII этап, *TL* 47.0 мм. Масштаб – 1 мм.

XIV этап (образование парных плавников). У личинок амура, толстолоба (19 сут. п.в., *TL* 13.6 мм) и сазана (*TL* 13.4 мм) относительные размеры обонятельного отверстия меньше поперечных размеров обонятельной ямки**.** Края отверстия нависают над дном ямки, образуя своды обонятельной полости. Её объём увеличивается как за счёт роста размеров, так и инвагинации дна обонятельной ямки (рис. 1и). Вдоль длинной оси дна ямки образуется закладка первой обонятельной складки (септы).

XV этап (завершение формирования непарных и парных плавников). У личинок амура, толстолоба (23 сут. п.в., *TL* 17.5 мм) (рис. 2г) и сазана (*TL* 17.2 мм) обонятельное отверстие в каудальной части шире, чем в ростральной. На его латеральном и медиальном краях образуются суперфициальные выросты. К концу этапа в ростральной части дна носовой полости закладывается первая пара боковых складок, симметрично примыкающих к центральной складке (табл. 1).

XVI этап (начало формирования чешуйного покрова). На первом мальковом этапе у амура, толстолоба (30 сут. п.в., *TL* 24.1 мм) и сазана (*TL* 23.0 мм) суперфициальные выросты, латеральный растёт быстрее медиального, срастаются (рис. 2д). Образовавшийся носовой мостик и своды формируют крышу обонятельного мешка, и делит обонятельное отверстие на округлую переднюю ноздрю и в 3 раза более крупную полулунной формы заднюю ноздрю. Мостик в левом и правом органах образуется асинхронно, с разницей до1–2 сут. В начале этапа обонятельная розетка состоит из трёх складок, а к концу – из семи. Складки образуются парами в ростральной части розетки, синхронно в обоих органах. Дистальные концы складок свободные.

XVII этап (завершение формирования чешуйного покрова). На втором мальковом этапе развития у амура, толстолоба (35 сут. п.в., *TL* 30.2 мм) и сазана (*TL* 30.1 мм) передняя ноздря приобретает вид короткой трубки с выступающими наружу краями (рис. 5к), на носовом мостике формируется парусовидный гребень, разобщающий ноздри. Орган приобретает дефинитивный вид, отличаясь от органа половозрелых рыб лишь малыми размерами и меньшим числом обонятельных складок (табл. 1, рис. 1к, 2е, 2ж).

Сеголетки и рыбы старших возрастных групп. У этих рыб не происходит принципиальных изменений строения органа обоняния, лишь возрастают его линейные размеры, число и величина обонятельных складок (табл. 1). Число складок у близких по длине тела рыб разных видов сходное или совпадает, также как и число складок в левом и правом органах у одной особи. У сазана с возрастом уменьшается просвет задней ноздри.

Таблица 1 - **Изменение числа обонятельных складок в онтогенезе карповых рыб (Cyprinidae)**

Размерная группа (*TL*), мм	**Число обонятельных складок (*TL*, мм)**		
	Амур	**Толстолоб**	**Сазан**
10.1−10.2	- (10.2)	- (10.2)	- (10.1)
13.4−13.6	1 (13.6)	1 (13.6)	1 (13.4)
17.2−17.6	3 (17.6)	3 (17.5)	3 (17.2)
23.0−24.1	5 (24.0)	5 (24.1)	5 (23.0)
30.1−30.8	7 (30.8)	9 (30.2)	7 (30.1)
39.0−40.0			9 (39.0)
49.0−54.0	11 (54.0)		13 (49.0)
80.0−85.0	15 (85.0)	17 (80.0)	17 (85.0)
130.0−140.0			23 (135.0)
175.0−178.0	27 (175.0)		25 (178.0)
190.0−200.0	29 (190.0)	29 (200.0)	29 (193.0)

Примечание. «-» − складок нет.

На VIII этапе в обонятельной ямке исследованных рыб начинается движение воды. Вода действием мерцательных клеток перемещается вдоль дна ямки спереди назад (рис. 3а), а поскольку её размеры очень малы, образуется круговой поток. По мере развития рыб вентиляция усиливается. Начиная с X этапа, вода вдоль дна обонятельной ямки движется в каудальную сторону и выходит за её пределы (рис. 3б). Это направление тока в органе сохраняется в дальнейшем. Активное плавание рыб также способствует смене порций воды в обонятельной ямке. Углубление носового мешка и формирование ноздрей усложняет вентиляцию носовой полости, а появление обонятельных складок расчленяет водный поток (рис. 3в). Парусовидный гребень ещё больше организует ток воды сквозь носовую полость. В результате вентиляция дефинитивного органа карповых строго упорядочена: поток воды через переднюю ноздрю попадает на ростральный край обонятельной розетки и вовлекается в пространство между складками. Перемещаясь ко дну, вода затем вдоль медиального и латерального сводов обонятельной полости, выводится наружу сквозь заднюю ноздрю (рис. 3г). В зависимости от размеров органа этот путь занимает 2–5 с. При движении рыбы или на течении, избыток воды выходит над поверхностью обонятельной розетки сквозь заднюю ноздрю. Дыхательные движения не интенсифицируют вентиляции обонятельной полости.

ОБСУЖДЕНИЕ

Формирование органа сходно у исследованных видов карповых рыб. Начинаясь с появления парных обонятельных плакод у ранних эмбрионов, этот процесс постепенно затухает со снижением темпов линейного роста. Дефинитивный

орган обоняния имеет одинаковую макроморфологию. Несмотря на общее сходство развития органа обоняния, хорошо заметны особенности, совпадающие у рыб с близкой биологией и различающиеся у видов иного образа жизни. Так, обонятельные плакоды у пелагофилов толстолоба и амура появляются раньше, чем у фитофила сазана (Пащенко, Касумян, 1986, 2012, 2015).

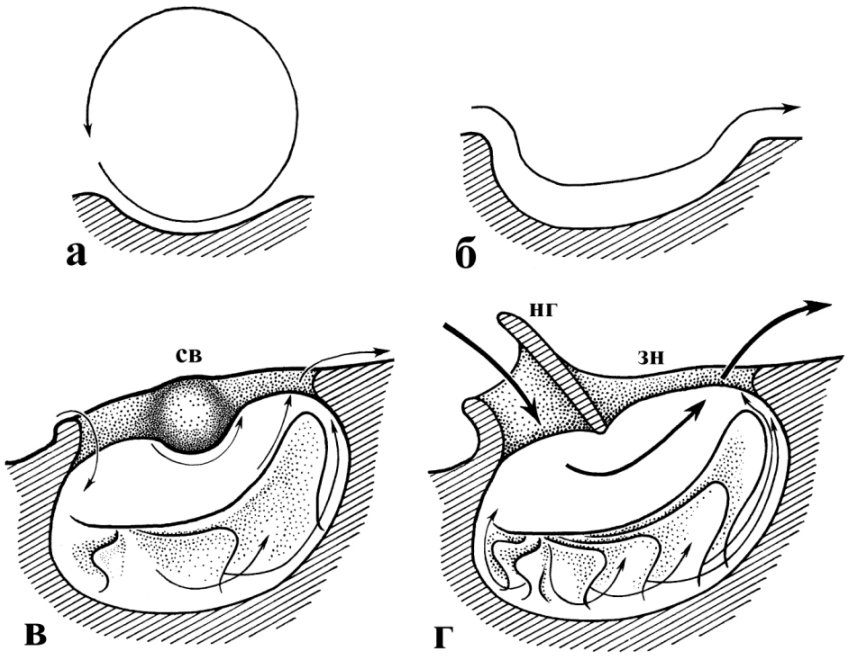


Рисунок 3 **- Схема вентиляции носовой полости в онтогенезе карповой рыбы (Cyprinidae) (ростральный край слева, каудальный – справа):**
а – обонятельная ямка эмбриона, б – обонятельная ямка личинки, в – носовая полость в начале малькового периода, г – дефинитивная носовая полость; св – суперфициальный вырост, нг – носовой гребень, зн – задняя ноздря, (→) − направление движения воды, вызванного действием мерцательных клеток, (⇢) − направление воды на течении и при движениях рыбы

Обонятельная ямка у карповых рыб образуется при слущивании перидермальных клеток с поверхности плакоды, и у пелагофилов толстолоба и амура формируется необычайно рано, по сравнению с другими карповыми, совпадая с вылуплением (Пащенко, Касумян, 2012, 2015). На том же этапе она образуется у свободных эмбрионов остракофила горчака, а у фитофила сазана до вылупления из икринки, (Пащенко, Касумян, 2016). Орган обоняния

не перемещается в онтогенезе, и только у толстолоба его положение меняется относительно глаз в связи с изменениями пропорций головы.

Площадь обонятельной выстилки в онтогенезе карповых рыб постоянно возрастает. У предличинок и ранних личинок за счёт роста обонятельной ямки. С началом формирования обонятельной розетки темпы увеличения площади выстилки повышаются. Многократный рост площади сенсорного эпителия у карповых и числа рецепторных клеток, а также чувствительности к запахам, достигается за счёт увеличения размеров складок и образования новых (Пащенко, Касумян, 2015). Центральная складка формируется у молоди с *TL* около 11 мм. Боковые складки – так же при сходных размерах, 2-я пара складок – *TL* 20.5–24.0 мм, 3-я пара – *TL* 26.0–30.8 мм (табл. 1), у сеголеток амура, сазана, неполовозрелого леща *Abramis brama* и половозрелых синца *A. ballerus*, *Labeo bata* и *Puntius sarana* (*TL* 16–18 см) – в розетке по 12–16 пар боковых складок (Пащенко, Касумян, 1986, 2015; Девицина и др., 1987; Ghosh, Chakrabarti, 2013, 2014). У карповых нет вторичной складчатости обонятельных складок, в отличие от некоторых других рыб (Døving, Kasumyan, 2008; Kudo et al., 2009). Число и форма складок в определённой мере зависят от объёма носовой полости, и поэтому разные виды карповых близких размеров имеют в розетке сходное число складок.

Вентиляционная система органа обоняния обеспечивает доставку молекул сигнальных веществ к обонятельным рецепторам, и состоит у карповых из мерцательного эпителия, ноздрей, парусовидного гребня, формируется сходным образом, ведя своё начало от нескольких мерцательных клеток, появляющихся в обонятельной ямке. У зародышей сазана они развиты настолько хорошо (Пащенко, 1986), что улучшают дыхание эмбриона, перемешивая перивителлиновую жидкость. Дополнительные (вентиляционные) мешки отсутствуют.

С образованием носового мешка роль мерцательных клеток в вентиляции возрастает. Согласно электронно-микроскопическим данным зона их распространения быстро увеличивается, охватывая не только дно и своды обонятельного мешка, но и поверхность головы вокруг обонятельного отверстия и суперфициальные выросты (Пащенко, Касумян, 2015). Когда образуются ноздри, участие мерцательных клеток в активной вентиляции ограничивается созданием водных микропотоков в пространстве между обонятельными складками. На их боковых поверхностях располагаются ольфакторные рецепторы (Пащенко, 1986; Пащенко, Касумян, 2015), это обеспечивает эффективный обонятельный скрининг большого объёма воды и быстрое получение необходимой информации, компенсируя изоляцию рецепторной части органа и повышая надёжность функционирования обонятельной системы. У пелагофилов амура и толстолоба и фитофила сазана процесс формирования вентиляционной системы запаздывает, по сравнению с литофилами (Пащенко, Касумян, 2016).

Исследование установило, что орган обоняния у карповых с разной экологией размножения развивается сходно и у одноразмерных особей разных видов устроен аналогично. Видовые морфологические особенности

немногочисленны, не касаются основных структур. По срокам развития органа обоняния исследованных нами рыб можно отнести ко 2-й группе (Пащенко, Касумян, 2016). Быстро орган развивается у литофилов, медленнее у пелагофилов и фитофилов, и, с явным запаздыванием, у остракофилов. Разница в степени развития органа обоняния особенно заметна к началу малькового периода, когда образ жизни молоди разных видов уже существенно различается. Орган становится дефинитивным у исследованных видов при их неодинаковом морфологическом состоянии, но при сходных размерах тела (*TL* 29–30 мм). Поэтому длину тела молоди карповых рыб можно считать индикатором морфологического развития органа обоняния.

Карповые реагируют на запахи задолго до достижения органом обоняния дефинитивного состояния (Waldman, 1982; Пащенко, Касумян, 1983, 1986; Касумян, Пономарев, 1990). Это указывает на онтогенетические преобразования и функциональное созревание периферического и центрального отделов обонятельной системы на ультраструктурном и молекулярно-рецепторном уровнях (Sakata et al., 2003).

Работа осуществлена при поддержке Российского научного фонда (грант № 14-50-00029).

Литература

Девицина Г.В., Эль-Аттар Эль-Саиед А.Б. 1987. Морфометрическое исследование обонятельного и зрительного анализаторов у трех видов карповых рыб // Вестн. МГУ. Сер. 16. Биол. С. 9–16.

Касумян А.О., Марусов Е.А. 2015. Избирательное питание рыб: влияние пищевой и оборонительной мотиваций, вызванных натуральными запахами // Журн. общ. биол. Т. 76. № 3. С. 195–211.

Касумян А.О., Пономарев В.Ю. 1986. Исследование поведения данио-рерио *Brachydanio rerio* Hamilton-Buchanan (Cypriniformes, Cyprinidae) при действии естественных химических пищевых сигналов // Вопр. ихтиологии. Т. 26. Вып. 4. С. 665–673.

Касумян А.О., Пономарев В.Ю. 1990. Формирование пищевой поисковой реакции на естественные химические сигналы в онтогенезе карповых рыб // Там же. Т. 30. Вып. 3. С. 447–456.

Малюкина Г.А., Дмитриева Н.Г., Марусов Е.А., Юркевич Г.В. 1969. Обоняние и его роль в поведении рыб // Итоги науки. 1968. Зоология. М.: Изд-во ВИНИТИ АН СССР. С. 32–78.

Пащенко Н.И. 1986. Морфофункциональные особенности развития органа обоняния карповых рыб : Автореф. дис. канд. биол. наук. М.: МГУ, 25 с.

Пащенко Н.И., Касумян А.О. 1983. Некоторые морфофункциональные особенности развития органа обоняния в онтогенезе гольяна // Зоол. журн. Т. 62. Вып. 3. С. 367–377.

Пащенко Н.И., Касумян А.О. 1986. Морфофункциональные особенности развития органа обоняния карповых рыб (Cypriniformes, Cyprinidae). I. Развитие

морфологии и функции органа обоняния в онтогенезе белого амура *Ctenopharyngodon idella* (Val.) // Вопр. ихтиологии. Т. 26. Вып. 2. С. 303–317.

Пащенко Н.И., Касумян А.О. 2012. Исследование формирования органа обоняния в раннем онтогенезе пелагофильной карповой рыбы – белого толстолоба *Hypophthalmichthys molitrix* // Матер. Всеросс. конф. «Физиологические, биохимические и молекулярно-генетические механизмы адаптаций гидробионтов». Борок. С. 287–291.

Пащенко Н.И., Касумян А.О. 2015. Сканирующая электронная микроскопия формирования органа обоняния в онтогенезе белого амура *Ctenopharyngodon idella* // Вопр. ихтиологии. Т. 55. № 6. С. 692−712.

Пащенко Н.И., Касумян А.О. 2016. Развитие органа обоняния в онтогенезе карповых рыб (Cyprinidae) // Вопр. ихтиологии. Т. 56.

Соин С.Г. 1963. Морфо-экологические особенности развития белого амура и толстолобика // Матер. Всесоюз. совещ. по рыбхоз. освоению растительноядных рыб – белого амура (*Ctenopharyngodon idella*) и толстолоба (*Hypophtalmichthys molitrix*) в водоемах СССР. Ашхабад: Изд-во АН ТуркмССР. С. 100–137.

Døving K.B., Kasumyan A. 2008. Chemoreception // Fish larval physiology / Eds. Finn R.N., Kapoor B.G. Enfield: Sci. Publ. P. 331–394.

Døving K.B., Merstøl M., Andersen J.R., Knutsen J.A. 1994. Experimental evidence of chemokinesis in newly hatched cod larvae (*Gadus morhua* L.) // Mar. Biol. V. 120. P. 351–358.

Døving K.B., Hamdani E.-H., Höglund E. et al. 2005. A review on the chemical and physiological basis of alarm reactions in cyprinids // Fish chemosenses / Eds. Reutter K., Kapoor B.G. Enfield: Sci. Publ. P. 133–163.

Ghosh S.K., Chakrabarti P. 2013. Studies on the morphology of the olfactory organ in the freshwater teleost, *Labeo bata* (Hamilton) // Mesopot. J. Mar. Sci. V. 28 (2). P. 163–174.

Ghosh S.K., Chakrabarti P. 2014. Structural characterization of the olfactory epithelium of freshwater olive barb, *Puntius sarana* (Hamilton, 1822) // Int. J. Aquat. Biol. V. 2 (3). P. 147–154.

Hansen A., Zeiske E. 1993. Development of the olfactory organ in the zebrafish, *Brachydanio rerio* // J. Comp. Neurol. V. 333. P. 289–300.

Hansen A., Zielinski B.S. 2005. Diversity in the olfactory epithelium of bony fishes: development, lamellar arrangement, sensory neuron cell types and transduction components // J. Neurocitol. V. 34. P. 183–208.

Kasumyan A.O. 2004. The olfactory system in fish: structure, function, and role in behavior // J. Ichthyology. V. 44. Suppl. 2. P. 180–223.

Kasumyan A.O., Ryg M., Døving K.B. 1998. Effect of amino acids on the swimming activity of newly hatched turbot larvae (*Scophthalmus maximus*) // Mar. Biol. V. 131. P. 189–194.

Kleerekoper H. 1969. Olfaction in fishes. Bloomington: Ind. Univ. Press, 222 p.

Kudo H., Shinto M., Sakurai Y., Kaeriyama M. 2009. Morphometry of olfactory lamellae and olfactory receptor neurons during the life history of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) // Chem. Senses. V. 34. P. 617–624.

Sakata Y., Olson J.K., Michel W.C. 2003. Assessment of neuronal maturation and acquisition of functional competence in the developing zebrafish olfactory system // Methods Cell Sci V. 25. P. 39–48.

Tanaka Y., Mukai Y., Takii K., Kumai H. 1991. Chemoreception and vertical movement in planktonic yolk-sac larvae of red sea bream *Pagrus major* // J. Appl. Ichthyol. V. 7. P. 129–135.

Waldman B. 1982. Quantitative and developmental analyses of the alarm reaction in the zebra danio, *Brachidanio rerio* // Copeia. V. 1. P. 1–9.

ABSTRACT. The development of the olfactory organ of grass carp CTENOPHARYNGODON IDELLA, silver carp HYPOPHTHALMICHTHYS MOLITRIX and common carp CYPRINUS CARPIO (Cyprinidae) were examined using the method of light microscopy. The morphogenesis of this organ is almost alike for the species with different ecology of reproduction, and it has a similar structure for fishes with the same body length. There are not many differences in morphological structures of the olfactory organ of various species and these specific features do not concern basic structures of this organ. The rate of development of the olfactory organ of all of these three species applies to the second rate. The olfactory organ of fries of all these three species develops the definitive morphology in case their body length (TL) is 29-30 mm long.

НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ ЛЕЩА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А.А. Паюта
Ярославская Государственная сельскохозяйственная академия, Ярославль,
kostyleva@yarcx.ru

Лещи являются широко распространенным объектом исследований, так как они с одной стороны являются массовым промысловым видом рыб ихтиофауны Волжско-Каспийского бассейна, с другой стороны – подвергаются влиянию антропогенной нагрузки, воздействующей не только на физиологическое состояние рыб, но и нарушающей обменные процессы в их организме.

Поэтому исследование особенностей показателей обмена веществ в мышцах леща имеет ряд теоретических и практических аспектов.

Исследования проводили на лещах, выловленных в конце сентября - начале октября 2013 года, с помощью трала экспедиционного судна «Академик Топчиев». Рыба отбиралась со стандартных станций траления Рыбинского водохранилища (рисунок).

Для проведения исследований было отобрано 80 половозрелых, примерно одноразмерных особей леща по 10 с каждой станции (таблица 1).

Таблица 1 – **Биологические показатели леща Рыбинского водохранилища**

Половозрастная группа	**Кол-во особей, шт.**	**Длина, см**	**Масса рыбы, г**	**Масса порки, г**	**Коэффициент упитанности по Фультону**	**Коэф-т упитанности по Кларк**
Самцы половозрелые	43	35,17± 0,47	750,67±29,99	679,79±25,83	1,69±0,03	1,53±0,02
Самки половозрелые	37	34,41± 0,66	733,86±42,62	643,43± 35,9	1,72±0,03	1,51±0,02

Рыбу непосредственно после поимки помещали в контейнеры с речной водой и доставляли в лабораторию судна, в которой проводились измерения для биологического анализа. Затем на хладагенте отсекалась мышечная ткань леща вдоль позвоночника. После определения массы навески, пробы замораживались и хранились при температуре -8 °С до проведения анализов.

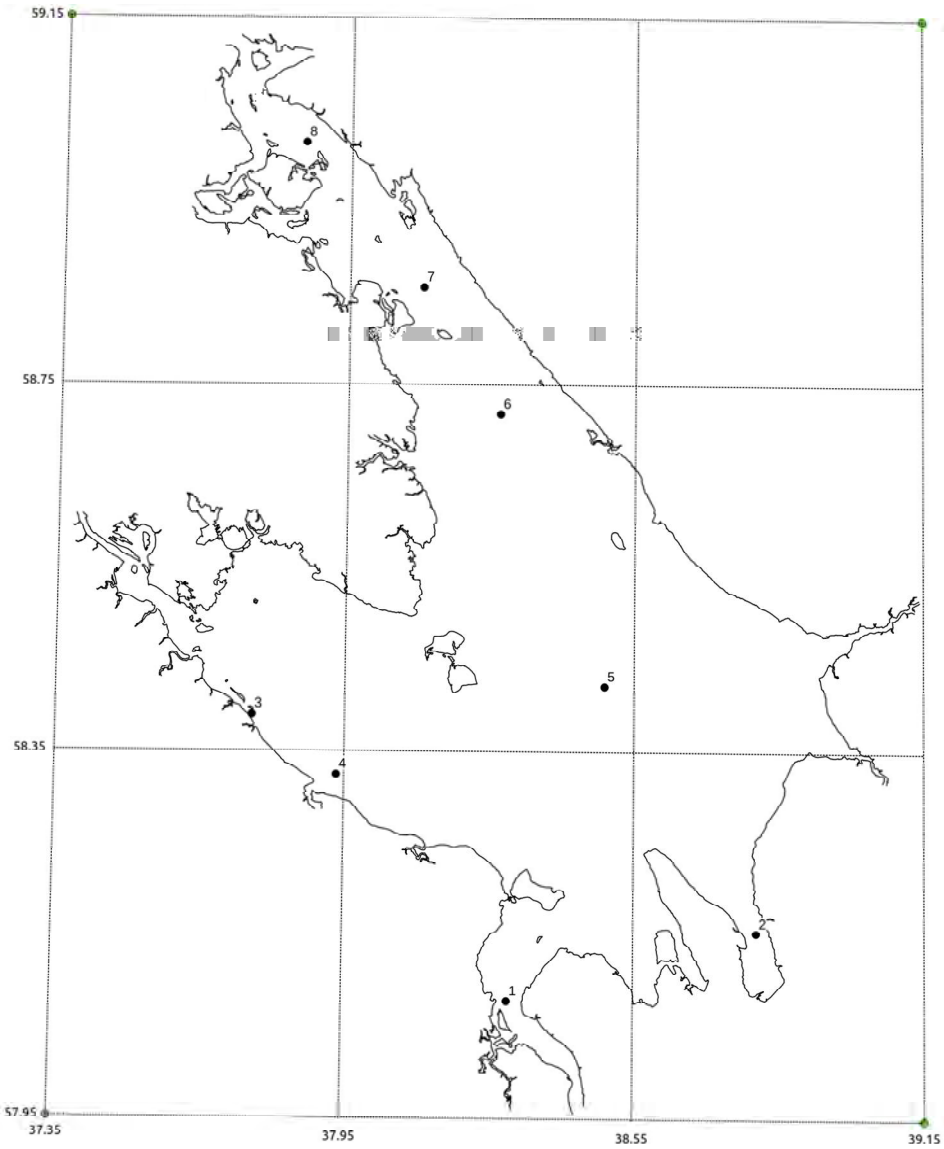


Рисунок – **Карта-схема Рыбинского водохранилища**
Станции отбора проб: 1 – Коприно, 2 – Волково, 3 – Первомайка, 4 – Брейтово, 5 – Городок, 6 – Ягорба, 7 – Мякса, 8 – Любец

В мышечной ткани леща определяли следующие показатели обмена веществ: количество воды, сухого вещества, жира, белка, золы, безазотистых экстрактивных веществ.

Количество воды и сухого вещества определяли с помощью двухступенчатого метода определения влаги: количество свободной воды получали путем высушивания навески при температуре 60 °С до достижения постоянной массы. После этого пробу измельчали и высушивали при температуре 105 °С до достижения постоянной массы навески для получения гигроскопической влаги. Количество общей воды и сухого вещества определяли расчетным путем (Флёрова, 2014).

Для определения белка использовали метод Кьельдаля. Чтобы получить количество сырого белка процентное содержание азота в пробе умножали на эмпирический коэффициент преобразования белка 6,25 (AOAC, 1990; Yeganeh, 2012).

Количество жира определяли в аппарате Сокслета по методу обезжиренного остатка, экстрагируя пробу петролейным эфиром (Флёрова, 2014).

Минеральные вещества получали гравиметрическим методом сжигания навески в муфельной печи при температуре 550 °С до белого цвета золы (Флёрова, 2014).

Количество безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) вычисляли по разнице между 100% и суммой процентов общей воды, сырого протеина, сырого жира, золы (Флёрова, 2014).

Данные статистической обработки были получены с помощью программы Excel 2007 и представлены в таблицах виде средних значений и их ошибок (M±m).

В результате исследований было выявлено, что коэффициент упитанности по Фультону варьировался от 0,71 до 2,01 при среднем значении 1,71, по Кларк изменялся в пределах от 0,92 до 1,75 при среднем значении 1,52. Коэффициенты упитанности у лещей могут изменяться от 1,39 до 2,27 по Фультону (Маренков, 2013; Кожабаева, 2008) и от 1,2 до 2,73 по Кларк (Кожабаева, 2008; Шайдуллина, 2009) в зависимости от сезонных и онтогенетических изменений, происходящих в рыбе.

По результатам химического анализа мышечной ткани лещей наибольшего значения достигает количество воды, составляющее 78,8%. Соответственно доля сухого вещества составляет 21,2%, в том числе белка 17,1%, жира 1,5%, безазотистых экстрактивных веществ 1,4%, минеральных веществ 1,2%.

Согласно литературным данным, количество питательных веществ изменяется в зависимости от жизненного цикла, условий среды и мест обитания. Так лещ Рыбинского водохранилища уступает лещу, обитающему в Горьковском водохранилище, в количестве воды на 0,2%, безазотистых экстрактивных веществ на 0,6%, но превосходит в количестве сухого вещества на 0,2%, белка на 0,1%, жира на 0,7%, минеральных веществ на 0,2% (Костылева, Флёрова, 2015).

Содержание показателей обмена веществ у групп лещей, отличающихся по полу, оказалось близко (таблица 2).

Таблица 2 – **Химический состав мышечной ткани групп лещей, отличающихся по полу**

Половозрастная группа	Показатели обмена веществ, %					
	Общая вода	Сухое вещество	Белок	Жир	Минеральные вещества	БЭВ
Самцы половозрелые	78,7±0,21	21,3±0,21	17,15±0,27	1,52±0,08	1,16±0,06	1,52±0,20
Самки половозрелые	79,0±0,22	21,0±0,22	17,09±0,16	1,48±0,12	1,26±0,07	1,21±0,12

По количеству общей воды самцы уступают самкам на 0,3%, соответственно самки содержат сухого вещества меньше, чем особи мужского пола. Количество белка и жира у групп отличается лишь на сотые доли, тем не менее содержание данных веществ в мышечной ткани самцов больше, чем у самок. Минеральных веществ в мышцах самок леща Рыбинского водохранилища на 0,1% больше, чем у самцов, а БЭВ на 0,31% меньше. Достоверных отличий между показателями обмена веществ в мышцах самцов и самок выявлено не было. Известно, что наибольшие различия у половозрастных групп наблюдаются в гонадах в процессе их созревания (Сидоров, 1977).

В большей степени выражены возрастные изменения в содержании показателей обмена веществ в мышечной ткани лещей Рыбинского водохранилища (таблица 3).

Таблица 3 – **Химический состав мышечной ткани групп лещей, отличающихся по возрасту**

Возраст особей	Показатели обмена веществ, %					
	Общая вода	Сухое вещество	Белок	Жир	Минеральные вещества	БЭВ
5+	79,24±0,91	20,76±0,91	17,76±0,38	0,87±0,25	0,97±0,01	1,17±1,03
6+	79,95±0,18	20,05±0,18	16,96±0,39	0,80±0,17	1,02±0,03	1,28±0,33
7+	78,99±0,54	21,01±0,54	17,10±0,46	1,18±0,12	1,06±0,09	1,67±0,42
8+	78,63±0,28	21,37±0,28	17,45±0,33	1,35±0,10	1,17±0,09	1,39±0,21
9+	78,35±0,27	21,65±0,27	17,52±0,28	1,65±0,11	1,40±0,09	1,08±0,22
10+	78,73±0,25	21,27±0,25	16,77±0,31	1,83±0,18	1,18±0,08	1,50±0,08
11+	80,54±0,92	19,46±0,92	15,12±0,55	1,31±0,18	0,89±0,12	2,14±0,59

У лещей возраста 5+ количество общей воды составляет 79,24%, в возрасте 7+ этот показатель уменьшается до 78,99%, а в девятилетнем возрасте – 78,35%, с 10 лет содержание общей воды начинает увеличиваться. Соответственно

количество сухого вещества до возраста 10+ увеличивается, а после наблюдается его снижение.

Максимальное значение белка в мышцах лещей достигается в возрасте 5+, минимальное – в 11+. В литературе упоминается, что накопление белка в организме рыб с возрастом уменьшается (Kalay et al., 2008), а также у некоторых видов рыб, имеющих короткую и среднюю продолжительность жизни, белковый обмен идет по параболе или прямой (Шульман, 1972; Курант, 2006). За период от 5 до 11 лет у лещей наблюдается смена роста и понижения белка в мышечной ткани.

Ранее было выявлено, что с возрастом у лещей наблюдается увеличение содержания жира в мышечной ткани (Никольский, 1963). Кроме того, замедление роста взрослых особей благоприятно влияет на накопление жира в организме рыб (Сидоров, 1977). Наши исследования показали, что с возраста 6+ до 10+ количество жира увеличивается, но в возрасте 11+ наблюдается уменьшение данного показателя с 1,83% до 1,31%.

У некоторых видов рыб количество зольных веществ в организме с возрастом повышается (Строганов, 1962). До возраста 10+ в мышечной ткани леща Рыбинского водохранилища наблюдается увеличение количества минеральных веществ, но в возрасте 11+ происходит резкое снижение данного показателя, составляющее лишь 0,89%.

Расчет содержания безазотистых экстрактивных веществ, представляющих углеводистую часть, у групп лещей, отличающихся по возрасту, не показал зависимость данной величины от возраста рыбы.

Следует отметить, что достоверных отличий в показателях обмена веществ мышечной ткани групп лещей, отличающихся по возрасту, выявлено не было.

Таким образом, обобщив результаты исследований, можно сделать следующие выводы:

1) По содержанию сухого вещества, белка, жира и золы лещ Рыбинского водохранилища превосходит леща Горьковского водохранилища, а по количеству воды и безазотистых экстрактивных веществ – уступает.

2) Показатели обмена веществ в мышцах лещей Рыбинского водохранилища, отличающихся по полу, оказались близки. При сравнении данных величин в мышечной ткани самцов и самок, достоверной зависимости от пола рыб обнаружено не было.

3) С возрастом в мышечной ткани леща происходит уменьшение количества воды в мышцах рыб в связи с накоплением сухого вещества. С десятилетнего возраста происходит уменьшение количества сухого вещества, белка и минеральных веществ; в возрасте 11+ выявлено резкое сокращение жира в мышечной ткани леща.

Литература

Кожабаева Э.Б. К вопросу о состоянии естественного воспроизводства рыб на нижнем участке р. Сырдарьи // Матер. Междунар. конф. «Разнообразие, проблемы экологии горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее». Горно-Алтайск, 2008. С. 115–117.

Костылева А.А., Флёрова Е.А. Особенности химического состава мышечной ткани леща Abramis brama Горьковского водохранилища // Вопросы рыболовства. 2015. Том 16. № 4. С. 412-418.

Курант В.З. Содержание белков и нуклеиновых кислот в тканях некоторых пресноводных рыб и их зависимость от возраста и сезона: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тернополь: Украинский научно-исследовательский институт физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных, 1984. 23 с.

Маренков О.Н., Федоненко Е.В., Габибов М.М. и др. Развитие гонад леща (Abramis brama Linnaeus, 1758) в условиях Запорожского водохранилища // Изв. вузов Поволж. региона. Естеств. науки. 2013. № 4. С. 25–35.

Никольский Г.В. Экология рыб. М.: Высшая школа, 1963. 368 с.

Сидоров В.С. Сравнительная биохимия рыб и их гельминтов. Липиды, ферменты, белки. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1977. 160 с.

Строганов Н.С. Экологическая физиология рыб. М.: Изд-во Московского университета, 1962. 444 с.

Флёрова Е.А. Физиолого-биохимические методы исследования рыб. Учебно-методическое пособие. Ярославль: Изд-во ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», 2014. 40 с.

Шайдуллина Ж.М. Сезонная и возрастная динамика морфофизиологических показателей леща реки Урал: Автореф. дис. … канд. биол. наук. Астрахань: Астрахан ГТУ, 2009. 24 с.

Шульман Г.Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М.: пищевая промышленность, 1972, 368 с.

AOAC. Official Methods of Analysis (15th edition), Association of Official Analytical Chemists, Arlington, V.A. The Association, USA. 1990.

Kalay M., Sangűn M.K., Ayas D. et al. Chemical Composition and Some Trace Element Levels of Thinlip Mullet, Liza ramada Caught from Mersin Gulf // Ekoloji 17. 2008. № 68. Pp 11-16.

Yeganeh S., Shabanpour B., Hosseini H. et al. Comparison of Farmed and Wild Common Carp (Cyprinus carpio): Seasonal Variations in Chemical Composition and Fatty Acid Profile // Czech J. Food Sci. 2012. Vol. 30 № 6. Pp 503–511.

ABSTRACT. In studying of components of metabolism in the muscle tissue of the bream Rybinsk Reservoir it is found that the average moisture content was 78,8%, dry matter 21,2%, out of it protein – 17,1%, lipids – 1,5%, minerals – 1,2%, BEV – 1,4%. Comparing full-grown groups of bream it is detected that changes in these parameters in male and female are negligible. With increasing age of bream there is the reduction of the amount of water and protein in the fish muscle, the increase of dry matter, lipids and minerals.

БИОТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ УГРЯ В УЗВ

В.В. Пекарскайте[1], Е.И. Хрусталев[2]
Калининградский государственный технический университет, Калининград
[1]vpekarskaite@gmail.com, [2]chrustaqua@rambler.ru

Сегодня в связи с глубокой депрессией популяции угря в заливах Калининградской области насущным становится не только зарыбление молодью угря, но и товарное его выращивание, которое позволит в краткосрочный период существенно увеличить поступление подрощенного угря на потребительский рынок региона. Поэтому уже в настоящее время необходимо отрабатывать на практике методы выращивания угря в УЗВ (Хрусталёв, Е.И., 2013).

В связи с этим, целью нашей работы было апробирование на практике методов выращивания угря в установках замкнутого цикла водообеспечения.

Для достижения поставленной цели, необходимо было решить следующие задачи: оценить условия выращивания угря в УЗВ; оценить скорость роста угря в УЗВ; оценить эффективность кормления угря в УЗВ; оценить жизнестойкость угря в период выращивания.

В июне 2014 года мы приступили к воспроизведению на практике имеющейся информации и материалов монографии «Биологические и технологические основы угреводства» (Timmons M., Ebeling J., 2003) на базе УЗВ польского предприятия «Wasser Fish», расположенного в районе г. Оструда.

Данное предприятие построено из сендвич панелей. В горизонтальном плане цеха выделяют 2 уровня. Первый уровень – бассейновый участок, состоящий из 10 бассейнов диаметром 3,5 м, высотой 1,2 м, глубиной 1 м. Второй уровень ниже первого на 2 м, здесь размещены механический барабанный фильтр, бассейн для приёма очищенной воды, два биофильтра кипящего слоя, дегазатор, ультрафиолетовые лампы и оксигенатор.

Подача кислорода производится от кислородной ёмкости с газификатором. Для водоснабжения используют артезианская вода с низким содержанием железа (0,2 мг/л), предварительно очищенная в фильтре с ионообменной загрузкой.

При проведении сортировок мы использовали сортировальный аппарат для разделения угря на три размерные группы. Для контроля за температурным и газовым режимами пользовались оксиметром. А для оценки скорости роста использовали формулу общего продукционного коэффициента массонакопления (Купинский, С.Б., 2007):

$$Км = \frac{\left(\sqrt[3]{Мк} - \sqrt[3]{Мн}\right) \times 3}{Т}, \quad (1)$$

где Мн и Мк – масса рыб начальная и конечная, г; Т – период выращивания, сут.

Период проведения работ условно можно разделить на несколько этапов:

I – выращивание угря в установках с отключенным биологическим фильтром (июль)

II - запуск биофильтра (август - сентябрь), доведение воды до нормативных гидрохимических параметров

III – изменение массы тела угря, после аварии в ноябре, приведшей к замору при котором погибла группа самых крупных рыб

IV – период с середины ноября по март

Исходным материалом была молодь угря средней массой 12 г, завезённая из угрёвого предприятия в г. Влоцлавек. Не имеется информации о том, текущего года была эта молодь или отставшая в росте с прошлого года (Кохненко С.В., 1969). По крайней мере, ведущий учёный в области угреводства из Ольштынского института пресноводного рыбоводства С. Робак на конференции 2008 году сообщил, что они к октябрю месяцу выращивают для зарыбления Вислинского залива молодь средней массой 10 г, доля которой в общем количестве не превышает 50%. Остальная молодь имеет меньшую массу (Tesch F.W., 2003).

Несмотря на то, что на первом этапе биофильтр был отключен, усиленная подпитка – 20% в сутки свежей воды и относительно малая биомасса рыбы (200 кг/40 $м^3$), благоприятный температурный режим (24-25 ^oC), способствовали высокой скорости роста угря в первые месяцы выращивания (рисунок 1).

Рисунок 1 - **Изменение массы тела рыб на первом этапе выращивания угря**

На рисунке 2 отображены данные по изменению массы рыб после проведения первой сортировки: здесь и далее жирная вертикальная линия – «сортировка».

Большой прирост массы тела отмечен в группе крупной молоди, положительный вектор роста показан для средней группы. Снижение массы тела в группе мелкой рыбы очевидно связано со случайностью выборки.

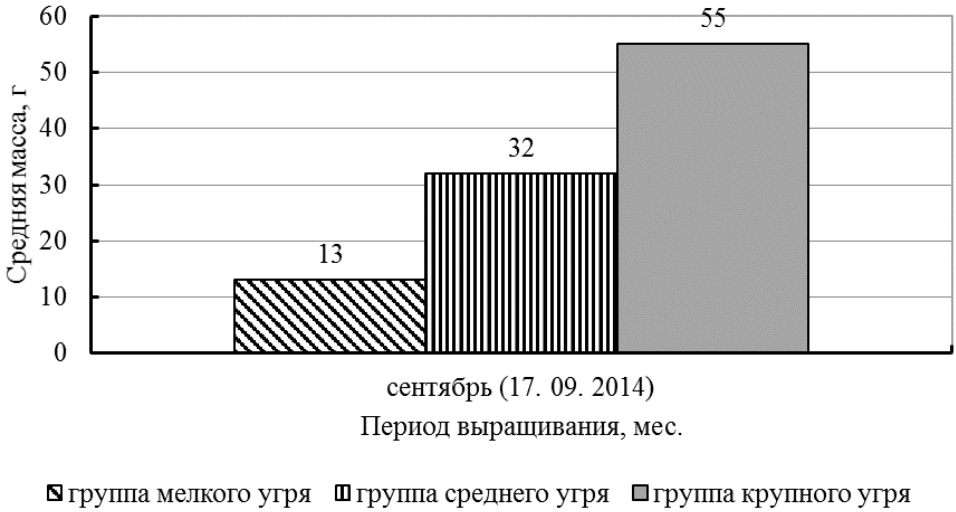


Рисунок 2 - **Изменение массы тела рыб на втором этапе выращивания угря**

На рисунке 3 приведены данные по изменению массы рыб после проведения сортировки в октябре до момента аварии. Из этих данных видно, что положительная тенденция в росте сохранилась в группах крупной и мелкой рыбы. Практически не изменилась масса в группе средних по размеру рыб. Вероятно, это связано с большей нагрузкой биомассы в период восстановления качества воды (до 10 кг/м^3, против 1–3 кг/м^3 в группах крупной и мелкой рыбы).

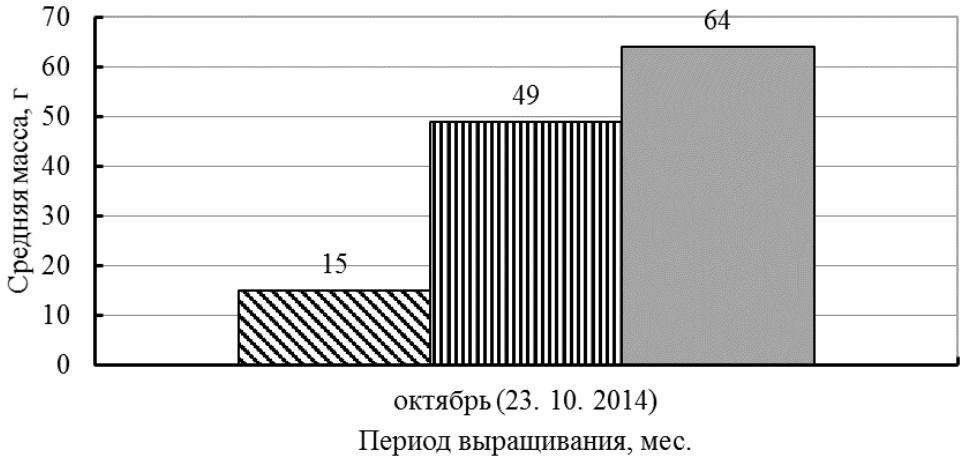


Рисунок 3 - **Изменение массы тела рыб на третьем этапе выращивания угря**

На рисунке 4 приведены данные по изменению массы рыб на четвертом, самом продолжительном этапе выращивания угря.

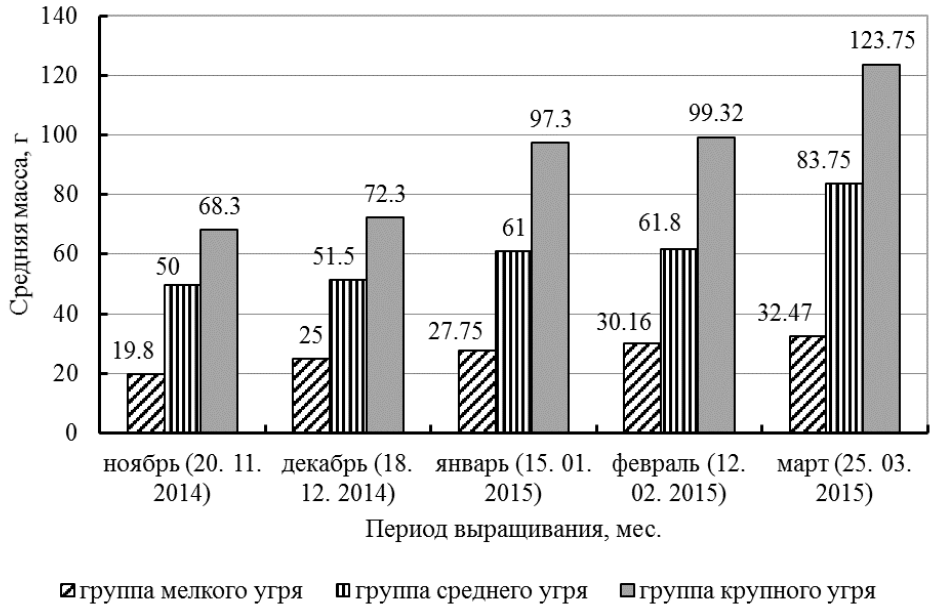


Рисунок 4 - **Изменение массы тела рыб на четвертом этапе выращивания угря**

Во все периоды между сортировками более высокая скорость роста была отмечена у крупного угря (John S. Lucas, Paul C. Southgate, 2010). Но с января сходная динамика в изменении массы тела стала отмечаться в средней группе. Отстающая в росте группа рыб показывала незначительное приращение массы тела.

Показателем, отражающим динамику скорости роста, является коэффициент массонакопления. Как видно из данных рисунка 5 практически на всем протяжении проведенных работ была отмечена положительная динамика в величине этого показателя.

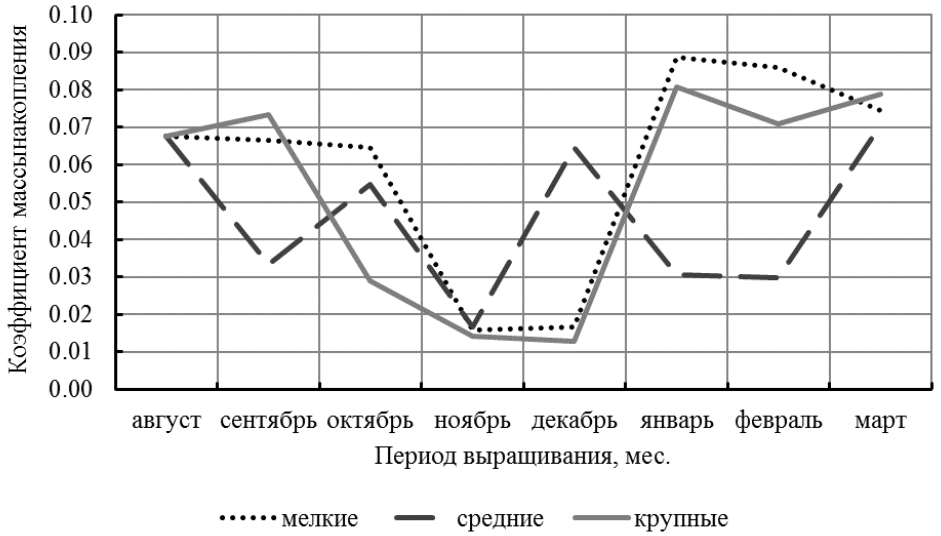


Рисунок 5 - **Изменение величины коэффициента массонакопления**

То, что в сентябре в группах средней и мелкой молоди получены отрицательные значения коэффициента, связано с формированием трех размерных групп после первой сортировки. Расчетный алгоритм роста угря в УЗВ, данный в упомянутой монографии предполагает, что средняя величина коэффициента массонакопления должна быть около 0,04. Полученные нами данные говорят о том, что они были близкими к этому значению, отклоняясь в отдельные периоды в сторону меньших и более высоких значений. Наибольшая скорость роста достигнута на четвертом этапе работ, что закономерно связано со стабилизацией условий выращивания.

На рисунке 6 приведены данные об изменении величины кормового коэффициента при использовании корма – Aller ivory (белок 52%, жир 14%). Несмотря на отмеченные отклонения в технологическом режиме эффективность усвоения питательных веществ искусственного корма была достаточно высокой (нормативное значение кормового коэффициента до 1,5 (Хрусталёв, Е.И., 2013)).

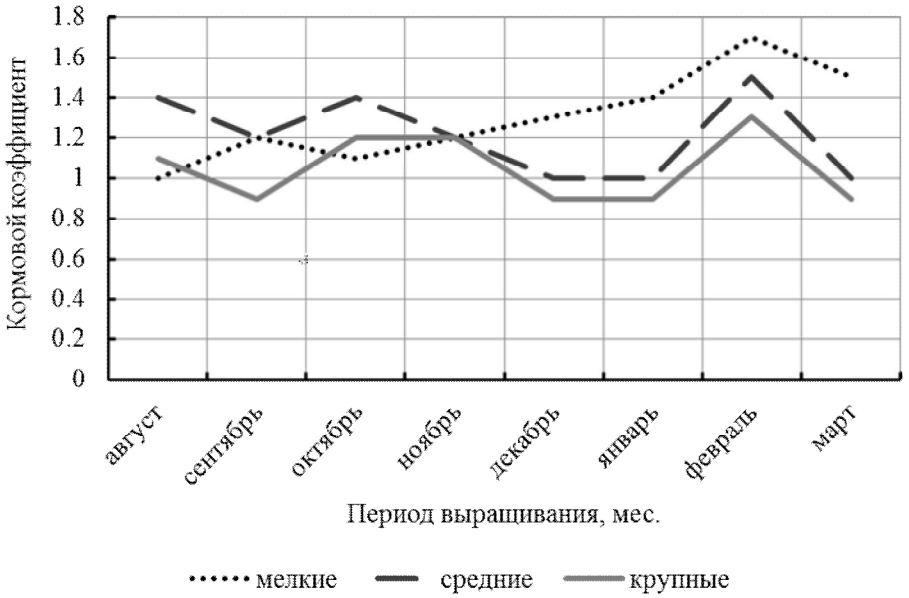


Рисунок 6 - **Изменение величины кормового коэффициента**

Более высокая эффективность в усвоении питательных веществ искусственного корма закономерно выше была в группе крупного угря (минимальное значение кормового коэффициента 0,9 (Хрусталёв, Е.И., 2013)). На втором этапе по эффективности кормления стоит угорь, относится к средней группе, на третьем – к мелкой группе.

Выживаемость угря за весь период составила по группам: крупного угря 98% (без учета потерь при аварии), среднего 95%, мелкого 93%, что подтверждает высокие адаптационные возможности угря при выращивании в УЗВ. Получение столь высоких показателей следует связать с тем, что плотность угря в бассейнах была от 200 – 350 шт/м^3, что следует рассматривать на уровне нижней границы рекомендуемых значений (Киселев А.Ю., 2001, J. Nowosad [and e.c.], 2014).

ВЫВОДЫ

1. Отмечаемая нестабильность в технологических режимах выращивания угря обусловлена конструкторскими и строительно-монтажными недоработками, а так же нарушениями эксплуатационных параметров (замор, авария)
2. Температурный и газовый режимы (за исключением аварийной ситуации) в целом были благоприятные для выращивания угря
3. Нестабильность в технологическом режиме отразилась на скорости роста угря (величина коэффициент массонакопления от значений близких к 0 до достаточно высоких – 0,067)

4. Сортировки, направленные на формирование трёх размерных групп могут по отдельным группам давать отрицательный результат (Км = -0,065), что является косвенным проявлением результата сортировки

5. Выживаемость угря во всех размерных группах была высокой и превышала 90%, даже с учётом замора от которого пострадала прежде всего группа самого крупного угря

6. На основании полученных данных можно сделать вывод, что группа крупного и среднего угря имеет перспективу для дальнейшего товарного выращивания, группу мелкого угря целесообразно направить на зарыбление рядом расположенного рекреационного замкнутого водоёма

7. Несмотря на отмеченные отклонения в технологическом режиме эффективность усвоения питательных веществ искусственного корма была достаточно высокой (нормативное значение кормового коэффициента до 1,5)

Литература

Changes in European eel ovary development and body and ovary chemistry during stimulated maturation under controlled conditions: preliminary data / Joanna Nowosad [and e.c.] // Springer International Publishing AG. – 2014. - № 23 [http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10499-014-9794-2]

John S. Lucas, Paul C. Southgate. Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants. Mess (USA), Cengage Learning, 2010. – 629 p.

Tesch F.W. The Eel. 5th ed. Edinburg (U.K.), Blackwell Publ., 2003. - 411 p.

Timmons M., Ebeling J. Recirculating Aquaculture. 3rd ed. Edinburg (U.K.), Apocreon, 2013. - 788 p.

Киселев А.Ю. Технология выращивания товарного угря / А.Ю. Киселев, В.А. Слепнев, А.Ю. Ильясов // Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре. – М.:ВНИРО.-2001. – 83 с.

Кохненко С.В. Европейский угорь. – М.: Пищ.пром-сть,1969. – 108 с.

Купинский, С.Б. Продуктивные возможности объектов аквакультуры/ С.Б. Купинский. – Астрахань: Изд-во ДФ ФГОУ ВПО «АГТУ», 2007. – 133 с.

Хрусталёв Е.И. Биологические и технологические основы угреводства / Е.И. Хрусталёв. – Ольштын: Солярис Друк, 2013. – 305 с.

ABSTRACT. We carried out works on the study of practical features of biotechnics of cultivation of eel (Anguilla anguilla) in various stages of its development. The work was carried out in Poland on farm "Wasser fish" open in July 2014. We investigated the effect of temperature, gas regime on the growth and development of the eel. Also collected data on the absorption of fish feed throughout the study period. After processing the collected data, we found that the instability in the technological modes eel cultivation was due to violations of operating conditions in the operation of the RAS.

ПАРАЗИТОФАУНА ЗНАЧИМЫХ ДЛЯ ПРОМЫСЛА ВИДОВ РЫБ РЕКИ ВЯТКИ

Н.Г. Петренко

Пермское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Пермь, helasimus@mail.ru

На территории Кировской области река Вятка, в настоящее время, занимает доминирующее положение по части промышленного и спортивно-любительского рыболовства.

Паразитофауна рыб бассейна реки Вятки изучена довольно слабо. Имеющиеся работы (Чащин, 1957; Тиунов, 1971; Королева, 1973) касаются лишь отдельных видов рыб. Наиболее полный систематический обзор гельминтофауны рыб бассейна р. Вятки представлен в работе Гревцевой М.А. (1976).

Сбор материала проводился весной 2015 г. в среднем течении р. Вятки. Всего на неполный паразитологический анализ было взято 378 экземпляров рыб, пяти видов, из них 54 экземпляра рыб были подвергнуты полному паразитологическому анализу: лещ (330 экз., из них 6 экз. подверглись вскрытию), стерлядь (39 экз., все экз. подверглись вскрытию), язь (4 экз. со вскрытием), судак (1 экз. со вскрытием) и окунь (4 экз. со вскрытием).

Паразитологические вскрытия, фиксация и обработка материала проводилась по общепринятой методике, описанной Быховской-Павловской (1985). Диагностика ихтиопаразитов проводилась с использованием определителей паразитов пресноводных рыб (Определитель…, 1985, 1987).

В результате исследований были получены предварительные данные о видовом и количественном составе паразитофауны рыб значимых для промышленного и спортивно-любительского рыболовства.

По итогам обработки материала нами было установлено, что у исследованных видов рыб, обитающих в среднем течении реки Вятки, паразитирует 13 видов гельминтов, относящихся к 6 классам и 1 типу. Из них моногенетических сосальщиков 1 вид, трематод – 3, амфилинид – 1, нематод – 1, пиявок – 1, паразитических ракообразных – 3 вида, а также 1 тип паразитических кишечнополостных.

Перечень видов гельминтов, зарегистрированных на исследованных видах рыб в р. Вятке весной 2015 г. представлен в таблице 1.

Таблица 1. **Паразиты некоторых видов рыб р. Вятки**

Название паразитов	Виды рыб				
	Лещ	**Стерлядь**	**Язь**	**Судак**	**Окунь**
Diclybothrium armatum (Leuckart, 1835)		+			
Amphilina foliacea (Rudolphi 1819)		+			
Polypodium hydriforme (Ussov. 1885)		+			
Phyllodistomum angulatum (Linstow, 1907)				+	
Posthodiplostomum cuticola (Nordmann, 1832)	+				
Skrjabinopsolus semiarmatus (Molin, 1858)		+			
Contracaecum bidentatum (Linstow, 1899)		+			
Piscicola geometra (Linnaeus, 1761)	+	+	+		
Achtheres percarum (Nordmann, 1832)				+	
Ergasilus sieboldi (Nordmann, 1832)	+				
Tracheliastes polycolpus (Nordmann, 1832)			+		

В ходе исследований наиболее полно была изучена паразитофауна стерляди, для которой отмечено 7 видов паразитов, 5 из них специфичны для осетровых. Класс Monogenea представлен 1 видом *Diclybothrium armatum*, данный паразит зарегистрирован на жаберных лепестках 3 рыб из 39. В желудочно-кишечном тракте 5 стерлядей из 9 был отмечен специфичный паразит кишечника осетровых *Skrjabinopsolus semiarmatus*, в количестве от 2 до 7 экземпляров. Класс Nematoda представлен 1 видом *Contracaecum bidentatum*. Из 9 исследованных ЖКТ стерляди, данный паразит обнаружен в 1 пробе, в количестве 271 особи. Икра одной особи стерляди оказалась поражена пресноводным паразитическим полипом *Polypodium hydriforme* в количестве 17 капсул. Традиционно низкий уровень встречаемости имеет другой специфичный для осетровых эндопаразит – *Amphilina foliacea*, из обследованных 39 особей стерляди, амфилина была обнаружена в полости тела двух рыб, по 1-2 паразита на рыбу. Следует отметить, что 3 вида гельминтов ранее не отмечались в научных работах по данному водному объекту это: *Polypodium hydriforme, Amphilina foliacea и Skrjabinopsolus semiarmatus.*

Из 330 экземпляров леща 2 особи были поражены трематодой *Posthodiplostomum cuticola*, интенсивность инвазии составила 8 паразитов на особь, индекс обилия – 0.048 экз. На жаберных лепестках 1 особи леща из 6 подвергнутых ППА были обнаружены представители семейства *Ergasilidae – Ergasilus sieboldi* в количестве 2 штук.

Исследованные 4 особи язя оказались носителями типичных для представителей карповых рыб эктопаразитов, в жаберной и ротовой полостях зафиксированы в незначительном количестве пиявки *Piscicola geometra*.

На плавниках исследованных экземпляров язя обнаружен *Tracheliastes poiycolpus*, представитель семейства Lernaeopodidae, в количестве от 1 до 9 паразитов.

У единственной исследованной особи судака в мочевом пузыре обнаружены трематоды *Phyllodistomum angulatum* в количестве 210 штук, 24 трематоды отмечены в мочеточниках и 13 трематод в почках. Класс *Crustacea* представлен 1 видом жаберных паразитов – *Achtheres percarum* в количестве 6 штук. Данный вид паразитических ракообразных также не отмечен ранее у судака р. Вятки. Данные по встречаемости этого паразита приводятся Королевой В.А. (1973) в одном из крупнейших притоков р. Вятки – р. Чепце, там он обнаружен на жабрах окуня.

Обследованные 4 экземпляра окуня не оказались носителями каких-либо видов паразитов.

По предварительным результатам сравнения наших данных по паразитофауне рыб р. Вятки, с данными 70-80-х годов обозначивается необходимость повторного изучения паразитов рыб, для установления более точного фаунистического состава гельминтов.

Также необходимость тщательного и всестороннего изучения паразитов рыб важна еще и потому, что рыба в ряде случаев является источником заражения паразитическими червями человека, а также домашних и промысловых животных.

Литература

Быховская-Павловская И.Е. Паразитологическое исследование рыб. Л.: Наука, 1969. 108 с.

Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Л.: Наука, 1985. 121 с.

Гревцева М.А. Систематический обзор гельминтов рыб бассейна реки Вятки. Труды Кировского СХИ, 1976, с. 64–71.

Королева В.А. К паразитофауне некоторых рыб водоемов Кировской области // Матер, о фауне северо-востока европейской части Сов. Союза. Киров, 1973. С. 11-15.

Костарев Г.Ф. Фаунистический обзор паразитов рыб бассейна реки Камы. Пермь, 1975. Деп. в ВИНИТИ. 11.04.75, № 1048-75.

Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Под ред. О.Н. Бауера. Л.: Наука, 1984, Т. 1. 428 с., 1985, Т.2. 425 с., 1987, Т.3. 583 с.

Тиунов В.И. Плоские и первичнополостные черви. Животный мир Кировской области. 1971. Т.3.

Чащин М.А. Динамика паразитофауны щуки в зависимости от сезона и типа водоема в бассейне реки Вятки. Труды Кировского СХИ, 1957, с. 175-180.

ABSTRACT. There is preliminary data of current state in parasitophauna of fishery important species of fish in the river Vyatka.

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

Д.С. Петрушкиева, А.А. Бугаков, А.М. Панфилий
Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (КаспНИРХ), Астрахань, elista.laboratoria@mail.ru

Внутренние водоёмы Республики Калмыкия представлены бессточными маловодными реками восточного склона Ергенинской возвышенности, двумя группами озёр Прикаспийской низменности (Сарпинскими озёрами) и водоёмами, локализованными в Кумо-Манычской впадине (Дармаева, 1984).

Ирригационное строительство привело к изменению водного фонда внутренних водоёмов республики. Созданы 4 обводнительно-оросительные системы (ООС), питаемые водами Волги, Терека, Кумы, Кубани. С их созданием значительно улучшилась водообеспеченность естественных водоёмов Республики Калмыкия.

Основным источником питания внутренних водоёмов служат атмосферные осадки, грунтовые воды, весенний паводок, а также сбросные и дренажные воды. В целом, внутренние водоёмы республики, в силу особенностей климата, динамики водопоступления и характера эксплуатации, характеризуются непостоянством гидрологического и гидрохимического режимов, что отражается на качественном и количественном составе гидробионтов.

Внутренние водоёмы республики относятся к водоёмам комплексного назначения, вода которых используется для орошения сельхозугодий, водоснабжения, в технических целях и для рыборазведения (Петрушкиева, Позняк, 1998).

В зависимости от характера водоснабжения и использования, внутренние водоемы можно разделить на три основные группы: накопительно-регулировочные водохранилища ирригационных систем, накопители сбросных и дренажных вод и накопители местного стока. Ниже дана характеристика ряда водоемов из этих групп.

Накопительно-регулировочные водохранилища

К накопительно-регулировочным водохранилищам относится Чограйское водохранилище.

Чограйское водохранилище «степное море» расположено в долине реки Восточный Маныч Кумо-Манычской впадины, на границе Ставропольского края и Республики Калмыкия.

Образовано оно в 1969 году и является водоёмом многолетнего регулирования стока. Площадь водного зеркала – 16,5 тыс. га, объём – 720 млн м^3. По мере старения водохранилища увеличилась площадь мелководий с глубинами

1,0-1,5 м (до 33% от общей площади). Длина водохранилища 48,8 км, ширина у плотины 8,8 км.

Водохранилище заполняется водами рек Терека (через Терско-Кумской канал) и Кумы по Кумо-Манычскому каналу и притоков р. Восточный Маныч – рек Чограй, Рагули, Голубь. Объем стока воды по этим рекам зависит от водности года. Основное назначение водохранилища – подача воды для орошения и обводнения сельхозугодий республики. Это осуществляется через головное сооружение Черноземельского магистрального канала. В маловодные годы, вследствие увеличения забора воды на сельскохозяйственные нужды в Ставропольском крае, приток терско-кумских вод сокращается. Глубина, в зависимости от попусков воды, колеблется в пределах 1,2-6,5 м. Кроме того, из Чограйского водохранилища производятся попуски воды через донный водоспуск, находящийся в теле плотины (так называемые санитарные попуски воды). Попуски воды по Черноземельскому каналу и по донному водоспуску составляют, соответственно, 13-15 $м^3$/с и 2-4 $м^3$/с. В 2006 г., по данным ФГУ «Управление эксплуатации Кумских гидроузлов Чограйского водохранилища», приход воды составил 8 $м^3$/с, расход – 19 $м^3$/с: по ЧМК – 15, по донному водосбросу – 4, и объём воды составил всего 345 млн $м^3$, а площадь уменьшилась до 12,5 тыс. га. Такой низкий объём воды привёл к отчленению залива «Щучий» и гибели рыбы. Согласно акту обследования от 09.08.2006 г., общий вес погибшей рыбы составил 1,6 т.

Периодически производится ремонт плотины Чограйского водохранилища. Для этого осуществляется сброс воды. В 2007 году на момент нереста фитофильных рыб полностью отсутствовала растительность на свежезалитых массивах, так как всю зиму осуществлялся сброс воды, а поступление воды по Кумо-Манычскому каналу отсутствовало. В результате этого объём воды в водохранилище в июле сократился и составил всего 272 млн $м^3$, следовательно уменьшилась площадь. Режим работы водохранилища оптимален для сельского хозяйства, но при этом не учитываются интересы рыбной отрасли. Период наибольших расходов воды (апрель-июнь) совпадает со сроками нереста основных промысловых рыб и нагула их молоди. Это зачастую приводит к гибели отложенной икры и молоди. Кроме этого отсутствие свежей растительности отрицательно влияет на эффективность размножения. В 2007 г. у половозрелых самок отмечено неполное развитие половых продуктов, особенно у сазана.

Кроме основного назначения – накопительно-регулировочного – водохранилище является и основным промысловым водоёмом республики (табл. 1).

За рассматриваемый период объем вылова рыбы колебался в пределах 16,7-166,7 т. Промысловое значение имеют 11 видов рыб, при этом основу уловов составляют лещ, серебряный карась и окунь (Москул, Петрушкиева и др., 2005). Зарыбление осуществлялось Чограйским рыбопитомником и ООО «Рыбопитомник Лотос» Арзгирского района Ставропольского края. Ежегодный объём зарыбления рыбопосадочным материалом составлял - 3,2–4,3 млн шт. сеголеток карпа и растительноядных рыб. Для предотвращения ухода рыбы из водохранилища

на головном сооружении имеется рыбозащитное устройство поликонтактная импульсная рыбозащитная система (ЭМИСАР). Это устройство не полностью предотвращает уход рыбы из водоема. Об этом можно судит по численности рыбы в русле канала. По окончанию сельскохозяйственных работ, связанных с орошением, уровень воды в канале падает и рыба, проникшая через рыбозащитное сооружение водохранилища за зимний период в нем погибает.

Таблица 1 **– Вылов рыбы в Чограйском водохранилище в 2011-2015 гг., т**

Виды рыб	Годы				
	2011	2012	2013	2014	2015
Сазан	8,4	10,0	11,8	1,6	10,0
Лещ	64,4	51,6	59,1	5,2	36,6
Щука	1,9	1,3	1,6	0,3	1,3
Судак	5,5	4,7	4,8	1,3	3,2
Сом	0,5	–	0,1	–	0,03
Окунь	32,9	33,8	37,0	3,9	25,2
Карась серебряный	36,4	41,2	42,4	2,9	36,8
Линь				–	0,1
Красноперка	0,5	1,3	1,6	0,2	1,2
Плотва	6,8	6,3	6,4	0,7	5,3
Густера	0,5	0,8	0,9	0,2	1,0
Толстолобики	1,0	0,9	1,0	0,4	0,8
Итого	158,8	151,9	166,7	16,7	121,5

Примечание: в 2014 г. лов рыбы осуществляли один месяц осенью

Таким образом, для сохранения и увеличения запасов основных промысловых видов рыб необходимо:

– решить главную проблему – отрегулировать режим сработки водохранилища с учётом рыбохозяйственных нужд по водообеспечению. Для улучшения среды обитания рыб необходим объём воды 540-550 млн м^3;

– регулярно осуществлять контроль эффективности работы РЗУ.

Накопители сбросных и дренажных вод

Лысый Лиман

Озеро относится к водоёмам Манычского каскада и находится на границе двух субъектов Российской Федерации – Ставропольского края и Республики Калмыкия. Озеро Лысый Лиман - обширный мелководный водоём, площадью 883 га. Максимальная глубина 2,0 м, средняя – 1,5 м. Грунт песчано-илистый, слой

ила достигает 20-30 см, в зарослевой зоне 40-50 см. Питается опресненными водами р. Калаус.

До 2012 г. в озере отмечались периодически заморные явления, а также были ограничены районы ведения промысла в весенне-летний период из-за значительной площади зарастаемости высшей водной растительностью (до 70-80%). Общая минерализация в озере в зависимости от водопоступления колебалась в широких пределах от 1,0 до 17,5 г/л. Перманганатная окисляемость, как показатель органического загрязнения, оставалась всё время повышенной, несмотря на поступление воды в водоём (20,4-50,4 мгО/л). Это объясняется тем, что в это озеро поступает вода из р. Калаус с повышенным значением окисляемости (16,5 мгО/л), вследствие того, что проходит через густые заросли высшей водной растительности. Отмирание и гниение высшей водной растительности, особенно мягкой, которой изобилует водоём, увеличивает органическое загрязнение водоёма. С целью поднятия уровня воды для уменьшения зарастаемости водоема мягкой подводной растительностью в западной части озера была сооружена земляная насыпная дамба. В результате увеличилась площадь водоема до 1100 га. Максимальная глубина достигает 3,0 м, средняя – 1,8 м. Уменьшилась зарастаемость водоема, улучшились гидрохимические показатели. Минерализация воды находится в пределах 2,4-2,9 г/л. Перманганатная окисляемость, как показатель органического загрязнения, изменяется от 7,8 до 12,6 мгО/л.

Объем вылова рыбы за ряд лет представлен в таблице 2.

Таблица 2 – **Динамика вылова рыбы в оз. Лысый Лиман в 2011-2015 гг., т**

Виды рыб	**Г о д ы**				
	2011	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Сазан	5,3	5,0	4,8	0,8	2,4
Лещ	4,5	3,8	6,0	2,5	2,2
Щука	1,0	1,0	1,0	0,3	0,5
Судак	0,5	0,5	1,9	1,0	0,7
Окунь	1,8	1,5	1,5	0,8	1,3
Карась серебряный	5,3	6,0	9,0	8,0	7,7
Линь				–	0,1
Красноперка	–	0,5	0,5	0,3	0,2
Плотва	0,3	0,5	0,4	0,3	0,6
Итого	18,7	18,8	25,0	14,0	15,7

Основными промысловыми рыбами являются сазан, лещ, карась серебряный, судак, окунь и щука. Доминирует в уловах серебряный карась (23-57%) (Петрушкиева, Бугаков, 2014).

Залив Стройманыч (оз. Маныч)

Как и оз. Лысый Лиман относится к водоемам Манычского каскада и находится на границе двух субъектов Российской Федерации – Ставропольского края и Республики Калмыкия.

Озеро питается водами реки Западный Маныч. Максимальная площадь – 3400 га, полезная 900 га, глубина до 2,0 м. Средняя глубина составляет 1,5 м, т.к. водоем в основном мелководный и хорошо прогреваемый. Грунт илистый.

Из-за отсутствия регулярного поступления воды по р. Западный Маныч в этом водоеме периодически создаются критические ситуации, которые приводят к гибели рыбы. В маловодный 2007 год гидрохимический режим был напряжённым из-за отсутствия поступления воды, солености грунтов, высоких температур воды, воздуха, которые способствовали увеличению испаряемости воды и снижению глубины водоёма, что привело к значительному повышению минерализации до 20,1 г/л и перманганатной окисляемости до 45,2 мгО/л. Это привело к гибели рыб. Общий вес погибшей рыбы составил – 19,8 т, в том числе промысловой – 9,3 т. До этого отмечалась гибель рыбы в озере в августе 1994 г. в объёме 2,1 т.

Цаган-Нур

Водоем в переводе с калмыцкого означает «белое озеро». Оно входит в систему Сарпинских озёр и является самым южным и крупным водоёмом этой группы. Для стабилизации уровня, в середине 1970-х годов построили плотину, отчленившую южную мелководную часть озера. В последующие годы ситуация здесь изменилась, в озеро начала поступать волжская вода по ирригационным каналам Сарпинской ООС. Увеличилось водоснабжение озера, следовательно улучшилось состояние среды обитания гидробионтов и повысилась биологическая продуктивность водоёма (Позняк, Петрушкиева и др., 2001).

Не имея постоянных источников водоснабжения, оз. Цаган-Нур подвержено значительным колебаниям площади, глубин, минерализации. Площадь озера изменяется в зависимости от водности года, в многоводные годы его площадь достигает 4,5-4,8 тыс. га при средних глубинах 3,5-4,0 м, а в маловодные годы площадь значительно сокращается за счёт обсыхания мелководной верхней части. Уровенный режим водоема поддерживается в основном за счёт сброса воды с рисовых систем рисосеющих хозяйств (Петрушкиева, 2004). В последние годы большая часть воды, ранее поступавшая в озеро, стала использоваться на обводнение сенокосных угодий. Площадь озера стала сокращаться, вследствие чего началось ухудшение состояния среды обитания гидробионтов. Изменение площади озера за ряд лет в зависимости от водоснабжения представлено на рисунке 1.

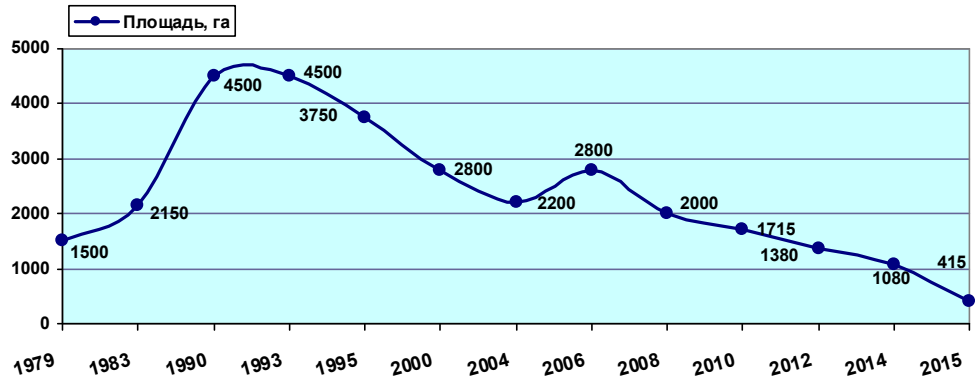


Рисунок 1 – **Изменение площади оз. Цаган-Нур за многолетний период**

Отсутствие регулярного поступления воды и в недостаточном объеме, особенно последние три года, привело к ухудшению гидрохимического состояния водоёма, особенно в приплотинной части, самой удаленной от водоподачи (в 2015 г. общая минерализация достигла 30,4 г/л, а перманганатная окисляемость – показатель содержания органического вещества, составила 72,1 мгО/л). Из-за низкого уровня воды и значительных иловых отложений промысел осенью был временно прекращен. Весной 2016 г. в оз. Цаган-Нур наблюдается улучшение среды обитания за счет паводковых вод.

На рисунке 2 представлен объём вылова рыбы за многолетний период.

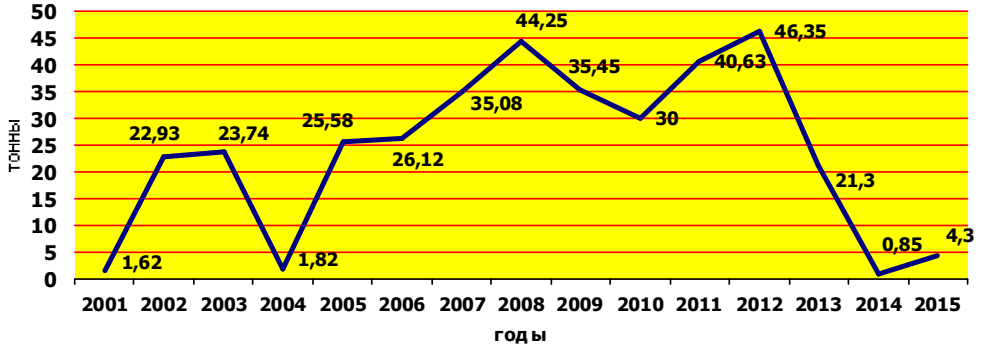


Рисунок 2 - **Динамика вылова рыбы в оз. Цаган-Нур с 2001 по 2015 гг. (весна)**

Максимальный вылов отмечен в 2012 г. – 46,35 т., минимальный в 2014 г. – 0,85 т.

В 2014 году промышленный вылов рыбы во внутренних промысловых водоемах, в том числе на оз. Цаган-Нур, не осуществлялся до конца сентября, пока не были сформированы рыбопромысловые участки и не заключены договоры о предоставлении рыбопромысловых участков для получения разрешения на право вылова (добычи) рыбы. Поэтому промысел проводился всего один месяц ноябрь, и при этом использовались только ставные сети.

Озеро Деед-Хулсун

Оно расположено в Яшкульском районе Республики Калмыкия в 15 км к северо-западу от районного центра – п. Яшкуль и в 65 км к востоку от г. Элиста. До 1975 г. в период паводка оно заполнялось водой, а к осени, особенно в засушливые годы, почти полностью пересыхало. С пуском в эксплуатацию Яшкульской оросительно-обводнительной системы в озеро стала поступать сбросная вода с заливных лугов и орошаемых земель, что способствовало полному заполнению его водой. Площадь озера колеблется в широких пределах. В многоводные годы она увеличивается до 2000-2200 га, средняя глубина составляет 2,2 м, максимальная – до 5 м. В маловодные годы площадь сокращается до 1150 га, средняя глубина – до 1,2 м, максимальная – до 2 м. В основном преобладают глубины 0,5-0,7 м, которые полосой шириной 150-300 м окаймляют периметр водоёма.

Основным источником питания водоёма служат атмосферные осадки, весенний паводок и сбросные воды. Основное пополнение водоёма происходит весной и осенью. Летом озеро подпитывается главным образом за счёт осадков и, в меньшей степени, за счёт попусков воды из ирригационной сети и в это время водный баланс напряженный. Минерализация воды в течение вегетационного сезона в оз. Деед-Хулсун составляет 4,2-7,5 г/л, перманганатная окисляемость – 13,2-23,2 гО/л (показатель содержания органических веществ).

Отсутствие поступления воды в период с 1999 по 2000 гг. оказало пагубное влияние на водоём. Водоподающий канал был полностью перекрыт насыпной дамбой и вода поступала на заливные луга, также в этот период произошел прорыв плотины. Площадь его сократилась с 1300 до 70 га, с максимальной глубиной 0,3 м. Показатели перманганатной окисляемости повысились до 76 мгО/л, а минерализация до 22,5 г/л. Один из ведущих рыбохозяйственных водоемов - Деед-Хулсун стал «мертвым озером», т.е. погибли полностью водные биоресурсы в водоеме (Петрушкиева, Канаев, 2008).

До 2000 г. озеро являлось одним из ведущих промысловых водоемов республики. Промыслом изымалось до 34,6 т. рыбы. Качественный состав улова состоял из сазана, серебряного карася, судака, щуки, леща красноперки и окуня. Доминировали в уловах сазан и серебряный карась.

В 2001 г. озеро было отдано для рыбохозяйственного использования ООО «Калмнефть-Экосистема», которое провело восстановительные работы и целенаправленное наполнение озера водой и в последующие годы неоднократно произведило зарыбление рыбопосадочным материалом карпа и растительноядных рыб. В настоящее время водоем успешно используется для товарного выращивания рыбы.

Накопители местного стока

Они представляют собой, в основном, бессточные водоёмы балочного типа, расположенные на склонах Ергенинской возвышенности. Большинство водотоков Ергенинской возвышенности многократно зарегулировано земляными плотинами, которые позволяют аккумулировать весенний сток в небольших водохранилищах и прудах для использования их для нужд сельского хозяйства (обводнение и орошение сельхозугодий, водопой скота). Для водоёмов местного стока характерна нестабильность гидрологического и гидрохимического режимов, значительная заиленность, бедность флоры и фауны. Их объёмы и площади зеркала воды непостоянны и изменяются в широких пределах, в зависимости от водности года. С рыбохозяйственной точки зрения они малоперспективны; промысел на них не ведётся. Они используются, в основном, для любительского рыболовства и для товарного выращивания рыбы при благоприятном гидрологическом и гидрохимическом режимах.

В настоящее время водоемы, находящиеся вблизи населенных пунктов, являются излюбленными местами отдыха для жителей республики. После их активных посещений периметр водоемов зачастую захламлен бытовым мусором. Необходимо установить контроль за санитарным состоянием береговой полосы таких водоемов.

Пруд «Шагардык»

Он расположен на территории Воробьевского СМО Приютненского района, на расстоянии 12 км северо-восточнее с. Воробьевка, в русле балки Шагардык. Площадь водоема 46 га. Максимальная глубина 4 м, средняя 2,3 м. Образован путем перегораживания балки Шагардык земляной насыпной плотиной. Водообеспечение осуществляется за счет местного стока. Основные гидрохимические показатели находятся в оптимальных пределах для рыборазведения. Аборигенная ихтиофауна представлена сазаном, серебряным карасем и окунем. Водоем неоднократно зарыблялся сазаном и растительноядными рыбами. Наблюдается гибель рыбы после авиационной обработки близлежащих полей. Весной 2015 г. произошла гибель рыбы в объеме 4,7 т.

Таким образом, для улучшения среды обитания необходимо:

- решить проблему гарантированного водообеспечения рыбохозяйственных водоёмов;
- в весенний период при попусках воды учитывать интересы рыбохозяйственных предприятий;
- обеспечить эффективность работы рыбозащитных сооружений на водозаборах;
- осуществлять контроль над санитарным состоянием внутренних водоёмов.

Литература

Дармаева Т.Б. Вода…Будьте бережливы//Природные ресурсы Калмыкии: охрана и использование. Элиста: Калмыцкое книжное издательство, 1984. С. 21-24.

Москул Г.А., Петрушкиева Д.С., Москул Н.Г., Блохина З.Д. Современное состояние рыбных запасов Чограйского водохранилища // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности: материалы междунар. научно-практич. конф., посвящ. 60-летию Московской рыбоводно-мелиоративной опытной станции и 25-летию ее реорганизации в ГНУ ВНИИР. Сборник научных трудов. Т. 1. М.: ГНУ ВНИИИР ирригационного рыбоводства, 2005. С. 185-191.

Петрушкиева Д.С., Позняк В.Г. Рыбное хозяйство внутренних водоемов Республики Калмыкия // Фауна Ставрополья. Выпуск YIII. Ставрополь: Ставропольский гос. ун-т, 1998. С. 72-76.

Позняк В.Г., Петрушкиева Д.С., Водолазкина Г.Н. К характеристике ихтиофауны Сарпинских озёр (в пределах Республики Калмыкия) // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: материалы XIV межреспублик. научно-практич. конф. (Краснодар, 17 апреля 2001 г.). Краснодар: Кубанский госуниверситет, 2001. С. 133-135.

Петрушкиева Д.С. Рыбохозяйственное значение озера Цаган-Нур // Проблемы сохранения и рационального использования биоразнообразия Прикаспия и сопредельных регионов: материалы 2 Междунар. заоч. науч. конф. (31 мая 2004 г., Элиста). Элиста: Калм. ГУ, 2004. С. 88-91.

Петрушкиева Д.С., Канаев Н.Н. Состояние среды обитания рыб во внутренних рыбопромысловых водоёмах Республики Калмыкия // Водные ресурсы и водопользование в бассейнах рек западного Каспия: перспективы использования, решение проблемы дефицита, мониторинг, предотвращение негативного воздействия: сб. статей Всероссийской научно-практич. конф. (Элиста, 21-22 марта 2008 г.). Элиста: Изд-во Калм. ГУ, 2008. С. 241-247.

Петрушкиева Д.С., Бугаков А.А. Современное состояние ихтиофауны во внутренних промысловых водоемах Республики Калмыкия // Современное состояние биоресурсов внутренних вод. М.: Изд-во «Полиграф-Плюс», 2014. Т. 2. С. 443-449.

ABSTRACT. The article presents the data of many years about the state of different categories of inland water reservoirs of the assignation of the Republic of Kalmykia complex in the conditions of the influence of anthropogenic factors to the state of the fishing stocks.

ЗООБЕНТОС РЕКИ ЛЫСЬВА (БАССЕЙН РЕКИ ЧУСОВАЯ) ПЕРМСКОГО КРАЯ

И.В. Поздеев, В.С. Котельникова
Пермское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Пермь, pozdeev_ivan@mail.ru

Река Лысьва – левый приток р. Чусовой, впадающий в неё на 25 км от устья, длиной 112 км и водосборной площадью 1010 км². Река принимает 197 притоков общей протяжённостью 457 км, из них 187 – притоки длиной менее 10 км. На водосборе р. Лысьвы расположены 6 озёр общей площадью 4.29 км² (Ресурсы поверхностных…, 1966).

Исследованный участок р. Лысьвы расположен в черте г. Лысьвы между Лысьвенским прудом и устьем р. Задней (41-36 км от устья). Ширина реки здесь значительно варьирует (15-50 м), что связано, с одной стороны, с наличием узких перекатов инеравномерным развитием пойменной системы, и, с другой стороны, с многоводностью 2015 г. Участки со спокойным течением (0.15-0.33 м/с) чередуются с быстрыми перекатами (до 1.5 м/с в межень), на всех участках в районе исследованияпреобладают песчано-гравийные и песчано-галечные грунты. На гидрологический режим реки в районе исследования оказывают влияние несколько прудов, наибольшие из которых Лысьвенский пруд на р. Лысьве (площадь 4.08 км²) и пруд без названия (Травянский) на р. Большая Травянка (0.16 км²). Температура воды на разных биотопах была достаточно постоянной, составляя 12.7-12.9 °С – в августе, 2.7-3.0 °С – в октябре.

Пробы макрозообентоса собирали в конце лета (26 августа) и перед ледоставом (22 октября) 2015 г. В качестве орудия лова использовали гидрологический дночерпатель ГР-91 с объёмом ковша 300 см³, для сбора одной пробы осуществляли 8 выемок дночерпателя. Грунт промывали через мельничное сито с ячеёй 0.21 мм (газ №35), после чего фиксировали 8% раствором формалина. Первичную обработку проводили по стандартной методике (Методика изучения…, 1975). При анализе качественного состава бентофауны учитывали все зарегистрированные формы длиной более 2 мм (макрозообентос). Всего собрано и обработано 20 проб макрозообентоса.Для оценки степени доминирования видов зообентонтов в сообществах использовали модифицированный индекс плотности Арнольди *d*, учитывающий встречаемость, относительные численность и биомассу каждого вида, выраженные в процентах (Щербина, 1993). Видовое разнообразие оценивали при помощи индекса Шеннона *H* (бит/экз.) (Алимов, 2001), при расчёте индекса сапробности использовали сапробности видов-индикаторов, приводимые в литературе (Макрушин, 1974; Щербина, 2009)

Также использованы материалы по зообентосу реки Татарки– правобережного притока р. Лысьвы длиной 15 км. Река имеет залесённый бассейн,

русло реки закрыто пологом леса и сильно перевалено стволами упавших деревьев, ширина реки 2-3 м. На перекатах с песчано-гравийными и песчано-гравийно-галечными грунтами глубины не превышают 0.2 м, скорости течения преимущественно до 0.3 м/с (в межень). В русле образуется большой количество затонов и ям с глубинами до 0.5 м и скоростью течения до 0.03 м/с. Температура воды равнялась 11.2 °С. Пробы отбирали 09 августа 2013 г в районе дер. Невидимки при помощи гидробиологического скребка с длиной ножа 15 см. Обработка проб проведена по той же методике. Всего собрано и обработано 4 пробы.

Бентофауна р. Лысьвы на исследованном участке была представлена 54 видами, относящимися к 5 классам: малощетинковые черви (Oligochaeta), пиявки (Hirudinea), двустворчатые моллюски (Bivalvia), брюхоногие моллюски (Gastropoda) и насекомые (Insecta). В составе последних были отмечены подёнки (Ephemeroptera), стрекозы (Odonata), веснянки (Plecoptera), ручейники (Trichoptera), жуки (Coleoptera) и двукрылые (Diptera). Среди двукрылых насекомых были отмечены мокрецы (Ceratopogonidae), мошки (Simuliidae), комары-болотницы (Limoniidae), комары-долгоножки (Tipulidae) и комары-звонцы (Chironomidae). Наибольшим видовым богатством отличались хирономиды (23 вида), олигохеты (7) и ручейники (6), остальные группы донных беспозвоночных насчитывали по 1-3 вида.

Биомасса зообентоса реки составила в среднем 19.75 г/м² при численности около 3.9 тыс. экз./м². Наибольшую долю в формировании биомассы донных сообществ слагали моллюски, стрекозы и ручейники, в формировании численности – хирономиды и олигохеты. В сезонной динамике структуры донных сообществ зарегистрированы следующие особенности. Видовое богатство бентофауны снижается от лета (47 видов) к осени (30 видов). Веснянки, мошки и комары-долгоножки отмечены только в летний сезон, стрекозы и мокрецы зарегистрированы в пробах зообентоса только осенью. Численность и, особенно, биомасса зообентоса возрастают от летнего сезона к осеннему за счёт увеличения количественных показателей развития основных групп зообентонтов – олигохет, пиявок, двустворчатых моллюсков, ручейников ихирономид (табл. 1).

Таблица 1 - **Структура донных сообществ рек Лысьва и Татарка** (*N* – численность, *B* – биомасса, *H* – индекс Шеннона, *S* – индекс сапробности, *n* – количество видов)

Параметр	**Лысьва**		**Татарка**
	Лето 2015 г.	**Осень 2015 г.**	**Лето 2013 г.**
N, экз./м²	3787	4077	5214
B, г/м²	12.49	27.02	10.32
H, бит/экз.	2.73	2.41	2.90
S	2.47	2.16	2.17
n	47	30	31

Доминантные комплексы донных сообществ р. Лысьвы включали несколько видов из разных систематических групп. Так, в летний период, согласно индексу доминирования *d*, к числу доминантов нельзя отнести ни один вид, комплекс субдоминантов, напротив, представлен несколькими видами: *Lymnaeaauricularia* (Linnaeus), *Lymnaeaovata* (Draparnaud) –из брюхоногих моллюсков, *Tubifextubifex*(Muller)–из олигохет и *Neureclipsisbimaculata*(Linnaeus) – из ручейников.Сообщества зообентонтов в летний период характеризовались не только относительно высоким видовым богатством (47 видов), но и бо́льшим видовым разнообразием (2.73 бит/экз.). Сапробность вод и грунтов, рассчитанная по показателям зообентоса равнялась 2.47, что близко к границе между *β*- и *α*-мезосапробной зонами.

Осенью состав доминантов изменился: доминирующим видом согласно индексу *d* следует считать *N. bimaculata*, субдоминантами выступали – *Lumbriculusvariegatus*(Muller)из олигохет, *Thienemannimyialentiginosa* (Fries) из хирономид и *Sphaeriumcorneum* (Linnaeus) из двустворчатых моллюсков. Видовое богатство и разнообразие снижались в осенний период (30 видов и 2.41 бит/экз., соответственно), индекс сапробности снижался относительно летнего уровня до 2.16 – *β*-мезосапробная зона.

Изменения параметров, отражающих структуру донных сообществ реки по продольному профилю на изученном участке (2.8-3.85 км ниже плотины Лысьвенского пруда)представлены в таблице 2. Так, на участке, удалённом от плотины пруда на 2.8 км, численность и биомасса донных сообществ равнялись 3.5 тыс.экз./м² и 10.74 г/м², соответственно. Всего здесь отмечено 25 видов зообентонтов, в доминантные комплексы входило 3 вида, относящихся к ручейникам ихирономидам, к комплексу субдоминантов – 1 представитель сфериид. По типу добывания пищи преобладали фильтраторы, по составу пищи – эврифаги и хищники. Величина индекса Шеннона на этом участке была относительно невелика – 2.51 бит/экз., а индекс сапробности характеризовал участок как *β*-мезосапробный (табл. 2).

На участке на 2.9 км ниже плотины качественные и количественные показатели развития зообентоса несколько снизились. Биомасса донных сообществ составила 9.45 г/м², численность – 1.7 тыс. экз./м². Среди 17 видов, отмеченных здесь, к доминантам следует отнести3 вида избрюхоногих моллюсков, ручейников ихирономид, к субдоминантам – 2 вида из хирономид и двустворчатых моллюсков. По способу питания наибольшее значение имели фильтраторы и собиратели, а также соскребатели, по составу пищи – эврифаги и хищники. Величина индекса Шеннона снижалась до 2.43 бит/экз., сапробность оставалась в пределах *β*-мезосапробной зоны (табл. 2).

Таблица 2 - **Структура донных сообществ на разных участках р. Лысьвы (*N* – численность, *B* – биомасса, *H* – индекс Шеннона, *S* – индекс сапробности, *n* – количество видов, *D* – доминанты, *sD* – субдоминанты)**

Параметр	Ниже плотины Лысьвенского пруда				
	2.80 км	**2.90 км**	**3.05 км**	**3.35 км**	**3.85 км**
N, экз./м²	3536	1663	6817	4800	1310
B, г/м²	10.74	9.45	27.60	38.77	7.16
H, бит/экз.	2.51	2.43	2.51	2.89	2.52
S	1.97	2.07	2.48	2.45	2.60
n	25	17	31	28	12
D	*Hydropsychecontubernalis*, *Neureclipsisbimaculata*, *Cricotopustriannulatus*	*Lymnaeaovata*, *Neureclipsisbimaculata*, *Cricotopustriannulatus*	*Neureclipsisbimaculata*	*Lumbriculusvariegatus*	*Lymnaea ovata*, *Microtendipespedellus*
sD	*Sphaeriumradiatum*	*Dicrotendipesnervosus*, *Sphaeriumcorneum*	*Sphaeriumcorneum*, *Helobdellastagnalis*	*Neureclipsisbimaculata*, *Limnodrilushoffmeisteri*	-

С дальнейшим удалением от плотины пруда вниз по течению происходит значительное увеличение биомассы зообентоса и сужаются доминантные комплексы донных сообществ. Так, на участке реки на 3.05 км ниже плотины биомасса зообентоса составила 27.60 г/м², численность – около 6.8 тыс. экз./м². Здесь отмечено наибольшее число видов зообентонтов – 31, доминировал вид, принадлежащий ручейникам, субдоминантами выступали виды двустворчатых моллюсков и пиявок, то есть преобладалифильтраторыи хищники, а по составу пищи – зоофаги и детритофаги. Увеличились показатели разнообразия и сапробности: индекс Шеннона вырос до 2.51 бит/экз., индекс сапробности – до 2.48, что близко к границе β- и α-мезосапробных зон (табл. 2).

На участке р. Лысьвы на 3.35 км ниже плотины численность и биомасса достигали максимума: 4.8 тыс. экз./м² и 38.77 г/м², соответственно. Видовое богатство бентофауны оставалось достаточно высоким – 28 видов, доминировал вид

олигохет, к субдоминантам относились виды олигохет и ручейников. Таким образом, ключевую роль в донных сообществах этого участкаиграли глотатели-детритофаги и фильтраторы-зоофаги. Величина индекса Шеннона принимала максимальное на всём исследованном участке значение – 2.89 бит/экз., индекс сапробности оставался на уровне β-мезосапробной зоны – 2.45 (табл. 2).

На участке реки, удалённом от плотины Лысьвенского пруда на 3.85 км, структура донных сообществ существенно меняется. Биомасса и численность зообентоса здесь минимальны: 7.16 г/м² и 1.3 тыс. экз./м². На этом участке отмечено лишь 12 видов донных беспозвоночных, среди которых доминировали представители брюхоногих моллюсков и хирономид. По способу добывания пищи основу донных сообществ слагали соскребатели и собиратели, по составу пищи – эврифаги. Величина индекса видового разнообразия снизилась и составила 2.52 бит/экз., величина индекса сапробности, наоборот, увеличилась до 2.60, что свидетельствует о переходе в α-мезосапробную зону (табл. 2).

Исходя из качественных и количественных показателей развития донных сообществ, можно разделить исследованный участок реки на 4 фрагмента, отличающихся друг от друга. Участок на 2.8-2.9 км ниже плотины пруда отличается «средним» уровнем представленности донных сообществ: биомасса зообентоса составляет здесь около 10 г/м², индекс Шеннона – около 2.5 бит/экз., индекс сапробности – около 2.0. На этом участке формируются разнообразные донные сообщества с широким набором доминантов и субдоминантов, из которых постоянными компонентами выступали представители ручейникови хирономид – *N. Bimaculata* и *Cricotopustriannulatus* (Macquart), а также виды двустворчатых моллюсков рода *Sphaerium*. По-видимому, на этом участке преобладает транспорт органики, выносимой из вышележащего пруда, и дрифт мелких беспозвоночных, поскольку преобладали фильтраторы с разнообразным составом пищи и собиратели-эврифаги.

Следующий участок реки – на 3.05 км ниже плотины пруда, характеризовался повышением (почти в 3 раза) численности и биомассы донных сообществ, а также максимальным видовым богатством при том же уровне видового разнообразия. Здесь зарегистрировано ухудшениекачества вод и грунтов в соответствии с величиной индекса сапробности. Значение сносимой с вышележащих участков органики снижается: при большом количестве фильтраторов и собирателей около половины численности всех видов сообщества определяли хищные формы.

С дальнейшим продвижением вниз по течению (на участке р. Лысьвы на 3.35 км ниже плотины) параметры, характеризующие донные сообщества остаются на прежнем уровне (видовое богатство, сапробность) или возрастают, достигая максимума (биомасса и видовое разнообразие). Главное изменение затрагивает состав доминантов и субдоминантов, куда, помимо ручейника, входят два вида олигохет. Таким образом, на этом участке значение органики, сносимой с вышележащих участков, становится минимальным, на первое место выходит

потребление органики, захороненной в толще грунта и, в меньшей степени, хищничество.

На нижележащем участке реки (на 3.85 км ниже плотины) численность, биомасса и видовое богатство донных сообществ становятся минимальными. Видовое разнообразие снижается и принимает значение, соответствующее «среднему» для исследованного участка реки уровню. Индекс сапробности, напротив, возрастает до максимума и свидетельствует об ухудшении экологического состояния вод и грунтов на данном участке реки. Здесь состав доминантов полностью сменяется, преобладающими становятся эврифаги с разным способом добывания пищи, облигатные хищники практически отсутствуют.

В бентофауне р. Татарки зарегистрирован 31 вид из 4 классов – олигохет, двустворчатых и брюхоногих моллюсков и насекомых. Среди последних отмечены подёнки, ручейники, жуки, большекрылые, мокрецы, атерициды, диксиды, бабочницы, комары-болотницы, слепни и комары-звонцы. Наибольшее число видов относилось к хирономидам – 7, подёнкам – 4, олигохетам и жукам – по 3 вида, остальные группы насчитывали в своём составе по 1-2 вида.

На перекатах биомасса зообентоса составляла в среднем 12.09 г/м², численность – 3.1 тыс. экз./м². В соответствии с величинами индекса плотности *d* в составе донных сообществ перекатов к доминантам следует относить виды атерицид и олигохет: *Atherixibis* (Fabricius), *Limnodrilushoffmeisteri* Claparede, к субдоминантам – веснянок *Leuctradigitata* Kempny. Наиболее многочисленными были фито- и детритофаги, добывающие пищу разными способами, а также хищники. Индекс видового разнообразия был относительно высок – 3.30 бит/экз., сапробность – на уровне *β*-мезосапробной зоны (2.16).

В затонах, где скорость течения снижается и преобладают песчаные грунты с детритом, биомасса донных сообществ несколько ниже – 8.54 г/м² при численности около 7.4 тыс. экз./м². В доминантные комплексы донных сообществ входил вид слепней *Chrysopsflavipes*Meigen, к субдоминантам относились виды олигохет и подёнок: *Tubifextubifex*(Muller) и *Ephemeravulgata* Linnaeus. Величина индексаса пробности соответствовала *β*-мезосапробной зоне (2.19), величина индекс Шеннона была значительно ниже (2.49 бит/экз.), чем на перекатах. Большинство донных беспозвоночных на этих участках реки – детритофаги.

Таким образом, донные сообщества верхних участков реки (на примере р. Татарки) характеризуются высоким разнообразием и видовым богатством и преобладанием детритофагов. Их слагают относительно мелкие формы: при высокой численности биомасса зообентонтов невелика. В качестве доминантов и субдоминантов всегда выступают малощетинковые черви, занимающие как биотопы с замедленным течением, так и подстилающий грунт на перекатах. Среди хищных форм большинство – активные, подвижные хищники, охотящиеся и в толще воды (детисциды), и на поверхности грунта (атерициды, детисциды) и зарываясь в него (сиалиды) Показатели сапробности, рассчитанные

по представителям бентофауны, характеризуют водоток, лишённый значимой антропогенной нагрузки как β-мезосапробный. На наш взгляд, основным показателем качества вод в данном случае служит не порядок величин индекса, а их стабильность.

Пруды, построенные на реке не только нарушают естественную смену речных биоценозов, но и оказывают существенное влияние на донные сообщества, расположенные ниже по течению. Так, влияние Лысьвенского пруда выявлено в р. Лысьве на удалении до 3 км вниз по течению и проявляется в доминировании среди донных беспозвоночных фильтраторов, что нетипично для малой реки. Хищные формы представлены, главным образом, фильтраторами-зоофагами, велико количество факультативных зоофагов – фильтрующих эврифагов и соскребающих фито-зоофагов.

Формирование собственно речных донных сообществ по мере удаления от пруда вниз по течению сопровождается скачками их структурных показателей (численности, биомассы, индекса видового разнообразия) и находит отражение в составе доминантных комплексов. Количество фильтраторов значительно снижается, на первое место выходят эврифаги и детритофаги. Хищники представлены формами, охотящимися на субстрате и ориентирующиеся, прежде всего, на размер добычи (глоссифонииды и гомфиды).

Литература

Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб.: Наука, 2001. 147 с.

Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод. Л.: ЗИН АН СССР, 1974. 60 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 254 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 11. Средний Урал и Приуралье. Вып. 1. Кама. Л.: Гидрометеоиздат, 1966. 342 с. Щербина Г.Х. Годовая динамика макрозообентоса открытого мелководья Волжского плёса Рыбинского водохранилища // Зооценозы водоёмов бассейна Верхней Волги в условиях антропогенного воздействия. СПб.: Гидрометеоиздат, 1993. С. 108-144.

Щербина Г.Х. Изменение видового состава и структурно–функциональных характеристик макрозообентоса водных экосистем северо-запада России под влиянием природных и антропогенных факторов. Дисс. … докт. биол. наук. СПб., 2009. 468 с.

ABSTRACT. The parameters of the benthic fauna of the rivers Lysva and Tatarka of PermskiKrai were investigated. The upper sections of the LysvaRiver (for example, TatarkaRiver) characterized by the stable quantitative development of benthic communities and their dominant complexes includedoligochaetes andnonchironomiddipterans. Ponds was built on a river violate the natural change of river biocenosis and have a significant impact on benthic communities of downstream. Thus, the impact of LysvaPond revealed in the LysvaRiver at a distance of 3 km downstream, and this is manifested in the dominance among benthic invertebrate filter feedersof different systematic groups. As the distance from the pond, the quantity of filter feedersis significantly reducedand come firstomnivorousand detritophagousthat belong oligochaetes and chironomids.

ВЫРАЩИВАНИЕ БЕСТЕРА В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТЫХ ВОДОЕМОВ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Поляков
Астраханский государственный технический университет, Астрахань, asp76@list.ru

В рамках реализации государственных программ по развитию сельского хозяйства в целом и рыбохозяйственного комплекса в частности, Правительством РФ поставлены первоочередные задачи, направленные, главным образом, на обеспечение продовольственной независимости России (https://www.astrobl.ru/sources/press-sluzhba-zamestitelya-predsedatelya-pravitelstva-astrahanskoy-oblasti-po; О внесении изменений…, 2014; О государственной программе…, 2014). Приоритетным направлением в решении выдвинутых проблем является поиск и внедрение малозатратных и высокоэффективных методов ведения аквакультуры, среди которых наиболее перспективным является способ выращивания водных биологических объектов в садковых линиях. Преимущества ведения данного типа хозяйства заключаются в сокращении затрат на капитальное строительство (садки располагаются непосредственно в водоеме, на берегу воздвигаются лишь вспомогательные сооружения, такие как склады, кормокухня, лаборатория, административные помещения), в связи с этим под садковый комплекс не требуется изъятие значительных площадей земли, также уменьшаются затраты на потреблении электроэнергии, необходимой для принудительного водообмена, и сокращение затрат на приобретении кормов, так как в садках рыбы могут использовать часть кормовых ресурсов водоема (Михеев и др., 1970; Александров, 2005). Согласно приказу министерства сельского хозяйства России от 3 июня 2015 г. N 223 (Об утверждении методики…, 2015), возможно выращивание бестера в условиях открытых водоемов Астраханской области. Этот гибрид осетровых наиболее актуален для выращивания, в условиях аквакультуры. В гибриде удачно сочетается быстрый рост белуги и раннее половое созревание стерляди. Самцы бестера созревают на 3-4-м году жизни, а самки - на 6-8-м году. От белуги бестер унаследовал хищнический инстинкт и высокие пищевые потребности, поэтому его сравнительно легко удается приучить к питанию искусственным кормом. От стерляди гибрид получил высокие пищевые качества и скороспелость (Матишов и др., 2006).

Целью исследования являлось комплексное изучение гидробионтов и условий их обитания на рыбоводном модуле, изучение и описание темпов роста, развития и экстерьера гибридов осетровых, расчет объемов и рационов кормления. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- апробировать и описать способ выращивания гибрида осетровых – бестера применительно к Астраханскому региону, в условиях открытого водоема;
- изучить поведенческие реакции и физиологическое состояние объектов

выращивания, осуществлять контроль за ростом до окончания вегетационного периода.

Материалом для настоящей работы послужили результаты комплексного изучения осетровых рыб и условий их обитания на садковом комплексе крестьянско-фермерского хозяйства (КФК), расположенного в Астраханской области на р. Хурдун, западнее с. Икряное и северо-восточнее с. Боркино, в 2015 г. Объектом исследования явилась молодь бестера (3-х годовики) средней массой 920 г. Определение морфометрических показателей выращиваемых гидробионтов осуществлялось согласно методикам проведения полного биологического анализа рыб (Правдин, 1966). Для контроля условий выращивания рыб подекадно определялись следующие показатели воды: уровень, температура, pH, содержание кислорода, азот аммонийный, азот нитритный, азот нитратный, скорость течения (Пономарев, Магомаев, 2011), учитывались основные требования к месту установки садков (Лабораторный практикум…, 1983). В течение всего периода исследований проводили клиническое и патологоанатомическое обследование выращиваемых рыб. Сбор и обработку ихтиопатологического материала выполняли по общепринятым методикам (Быховская-Павловская, 1985; Руководство по химическому анализу…, 1993).

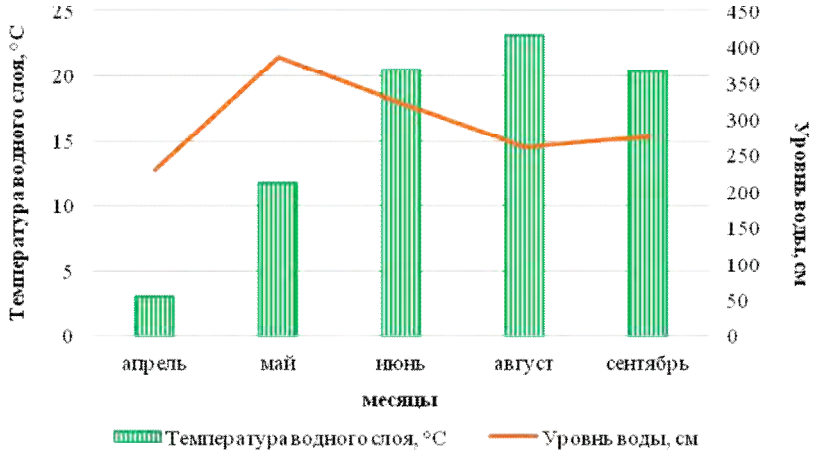
В период исследований гидролого-гидрохимический режим водоема в районе установки садков в определенные месяцы был нестабилен. За время проведения работ большинство показателей соответствовало требованиям, предъявляемым к качеству воды при выращивании товарных осетровых рыб (табл. 1).

Таблица 1 - **Гидролого-гидрохимические показатели воды при выращивании товарных осетровых на садковой линии в вегетационный период 2015 г.**

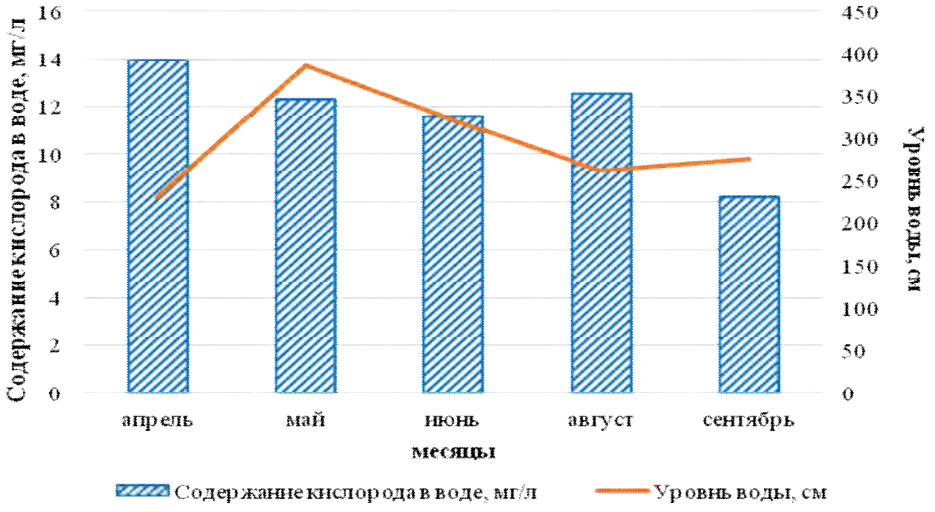
Показатели	Ед. изм.	Нормативные требования (Пономарев, Магомаев, 2011)	Показатели за период выращивания рыбы (с апреля по октябрь 2015 г.)	
			средние показатели	интервал
Кислород	мг/л	не менее 5	9,17±0,36	7,60-11,30
Активная реакция среды		7,0-9,0	8,24±0,07	7,90-8,60
Азот аммонийный	мг/л	до 0,5	0,17±0,01	0,13-0,22
Азот нитритный	мг/л	до 0,1	0,03±0,01	0,02-0,04
Азот нитратный	мг/л	до 2,0	1,31±0,06	0,90-1,60
Скорость течения	м/сек	0,2-0,5	0,32±0,06	0,20-0,50

За все время наблюдений отмечен благоприятный температурный и кислородный режимы водоема (рис. 1а, б). Так, средний показатель содержания растворенного в воде кислорода за период выращивания рыбы составил 9,17±0,36 мг/л, при этом он не опускался ниже 7,6 мг/л, что указывало на благоприятные условия для развития и роста рыб. При повышении температуры воды, достигшей

максимальных показателей в августе, регистрировали понижение (но, тем не менее, находившееся в оптимальном диапазоне) уровня кислорода, что в целом закономерно.



а



б

Рисунок 1 - **Изменения температуры (а) и содержания кислорода (б) на фоне колебания уровня воды в период выращивания бестера на КФХ в 2015 г.**

За все время наблюдений были отмечены следующие показатели роста товарных осетровых на садковой линии в вегетационный период 2015 г. (табл. 2).

Таблица 2 - **Показатели роста товарных осетровых на садковой линии в вегетационный период 2015 г.**

Вид	Возраст	Кол-во н/с (шт.)	Биомасса н/с кг	Кол-во к/с (шт.)	Биомасса к/с кг	Корм кг/ за период	Отход	Ср. масса н/с кг	Ср. масса к/с кг	Прирост	Корма на 1 ср. рыбу
Бестер	3	6456	5498	6436	11589	8890	20	0,92	1,80	0,88	1,38

Молодь бестера, средней навеской 920 г и общей массой 5498 кг на начало сезона к концу кормления весила 11589 кг общей массы и 1,80 кг средней навески. На одну среднюю рыбу количество корма составило 1,38 кг, при общих затратах на весь период кормления - 8890 кг. Прирост рыбы составил 0,88 кг/шт. Отход за весь вегетационный период составил 20 штук. При систематическом осмотре молоди, было отмечено, что физиологическое состояние объектов выращивания было стабильно удовлетворительным.

Таким образом, результаты проведенных работ показывают, что разведение гибрида осетровых – бестера в условиях открытых водоемов Астраханской области, как товарного продукта, имеет перспективы в будущем, в связи с устойчивостью в развитии, росте, потребляемости и усвоении сухих кормов и выживаемости в целом. За вегетационный период кормления на рыбоводном модуле – это наилучший показатель по параметрам, приведенным в статье, в сравнении с другими видами осетровых, разводимых в данном садковом хозяйстве.

Литература

Александров С.Н. Садковое рыбоводство / С.Н. Александров. - М.: изд-во «АСТ», 2005. - 75 с.

Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению / И.Е. Быховская-Павловская. – Л., изд-во «Наука», 1985. – 121 с.

Матишов Г.Г. Опыт выращивания осетровых рыб в условиях замкнутой системы водообеспечения для фермерских хозяйств / Г.Г. Матишов, Д.Г. Матишов, Е.Н. Пономарева, В.А. Лужняк, В.Г. Чипинов, М.В. Коваленко, А.В. Казарникова. - Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. - 72 с.

Лабораторный практикум по болезням рыб / под ред. В.А. Мусселиус, В.Ф. Ванятинского, А.А. Вихман. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. - 296 с.

Михеев П.В., Мейснер Е.В., Михеев В.П. Садковое рыбоводное хозяйство на водохранилищах / П.В. Михеев, Е.В. Мейснер, В.П. Михеев. – М.: Изд. «Пищевая промышленность», 1970. - 159 с.

О внесении изменений в государственную программу Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса» [Электронный ресурс]: [Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 314 (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 18 декабря 2014 г. № 1416)]. - Режим доступа: [ГАРАНТ]. - Загл. с экрана.

О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс http://base.garant.ru/70210644/#friends]: [Постановление Правительства РФ от 14 июля 2012 г. N 717 (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 19 декабря 2014 г. N 1421)]. - Режим доступа: [ГАРАНТ]. - Загл. с экрана.

Об утверждении методики определения объема и видового состава объектов аквакультуры, подлежащих разведению и (или) содержанию, выращиванию, а также выпуску в водный объект и изъятию из водного объекта в границах рыбоводного участка. Министерство сельского хозяйства РФ Приказ от 3 июня 2015 г. N 223.

Пономарев С.В., Магомаев Ф.М. Осетроводство на интенсивной основе / С.В. Пономарев, Ф.М. Магомаев. – Махачкала. Изд-во «Экспо-экспресс», 2011. - 244 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И.Ф. Правдин. - М.: Пищевая промышленность, 1966. - 375 с.

Руководство по химическому анализу морских вод. − С-Пб.: Гидрометеоиздат, 1993. − 264 с.

https://www.astrobl.ru/sources/press-sluzhba-zamestitelya-predsedatelya-pravitelstva-astrahanskoy-oblasti-po

ABSTRACT. The results of Bester growing in an open pond on the cage complex of peasant farms (KFH), located in the Astrakhan region on the river Khurdun. Conducted a comprehensive study of aquatic organisms and their habitat conditions in fish rearing module, studied and described the growth, development and conformation of the hybrids of sturgeon, given the volume and the feeding diet. The obtained results can be used in industrial farms of similar types.

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАСПИЙСКИХ КИЛЕК В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Т.В. Помогаева, И.Б. Балченков, Д.Д. Асейнов
Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (КаспНИРХ), Астрахань, pomogtatyana@mail.ru

Изучение пространственного распределения каспийских килек имеет большое значение для оценки состояния их запасов. В основу традиционной учетной конусной килечной съёмки закладывается схема стандартных разрезов (рис.1), охватывающих круговое течение Каспия. Разрезы располагаются перпендикулярно к берегу. Длина разреза, в зависимости от ширины шельфа, составляет от 20 до 70 миль. Расстояние между станциями – от 2 до 10 миль. В июле 2015 года, согласно методике, конусная съемка выполнялась по разрезам на станциях с глубинами от 50 до 100 м. На каждой станции проводились лова конусным подхватом с ячеей дели 6 мм по горизонтам через 10 м. Сбор гидроакустической информации проводился как на самих разрезах между станциями, так и на переходах между разрезами по всему маршруту судна, с помощью гидроакустического комплекса ЕК-60 фирмы SIMRAD.

Рисунок 1 - **Традиционная сетка разрезов съемки по учету каспийских килек**

Наибольший интерес представляет анализ материала по вертикальному распределению килек над более большими глубинами (свыше 100 м изобат), которые, в силу методологических особенностей, конусными съёмками не охватываются.

Целью данной работы являлось выявление плотности скоплений каспийских килек на различных вертикальных горизонтах. Для оценки биомассы каспийских килек в июле 2015 г. были проведены исследования, охватившие акваторию Среднего Каспия с глубинами от 50 до 700 м. Обработка гидроакустической информации проходила с помощью постпроцессинговой программы SIMRAD BI-60 с горизонтальной разбивкой послойно через каждые 10 метров (Помогаева, 2014). Также было рассмотрено тотальное распределение килек от поверхности до грунта.

Условно каспийские кильки были разбиты на три группы – личинки (2-4 см), молодь (4-7 см) и взрослые особи (от 7 см). Контрольные траления подтвердили наличие в данном районе трёх видов килек: обыкновенной, анчоусовидной и большеглазой, а также молоди на ранних этапах онтогенеза (личинки), облов которой проводился при помощи ихтиопланктонной сети ИКС-80.

Результаты гидроакустических исследований в Среднем Каспии показали, что концентрации килек (без подразделения на видовой состав) отмечались над большими глубинами. По результатам гидроакустических съёмок установлено, что достаточно плотные скопления каспийских килек (свыше 100 т/миля²) преобладали в западной части Среднего Каспия над глубинами от 100 до 650 метров (рис. 2).

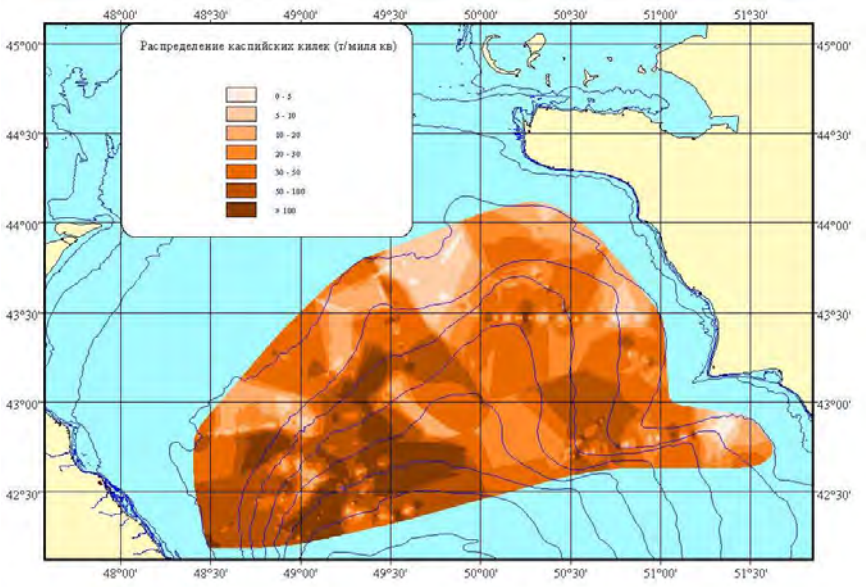


Рисунок 2 - **Распределение каспийских килек в Среднем Каспии в июле 2015 г.**

Большая часть скоплений килек концентрировалась в слоях 10-20 и 20-30 метров от поверхности воды.

В слое 10-20 м плотность распределения личинок каспийских килек составляла в среднем 0,8 т/миля², достигая максимальных значений 12,2 т/миля². В слое 20-30 м плотность распределения личинок каспийских килек колебалась от 0 до 10,1 т/миля², также составляя в среднем 0,8 т/миля². Во время съемки максимальные значения плотности (до 16,8 т/миля²) отмечались на юго-западе акватории. Средняя плотность скоплений личинок составила 2,2 т/миля². Если рассматривать распределение скоплений личинок по всей акватории тотально (рис. 3), то доля скоплений плотностей в слоях 10-20 и 20-30 м составила 72,7% от всей плотности личинок на акватории.

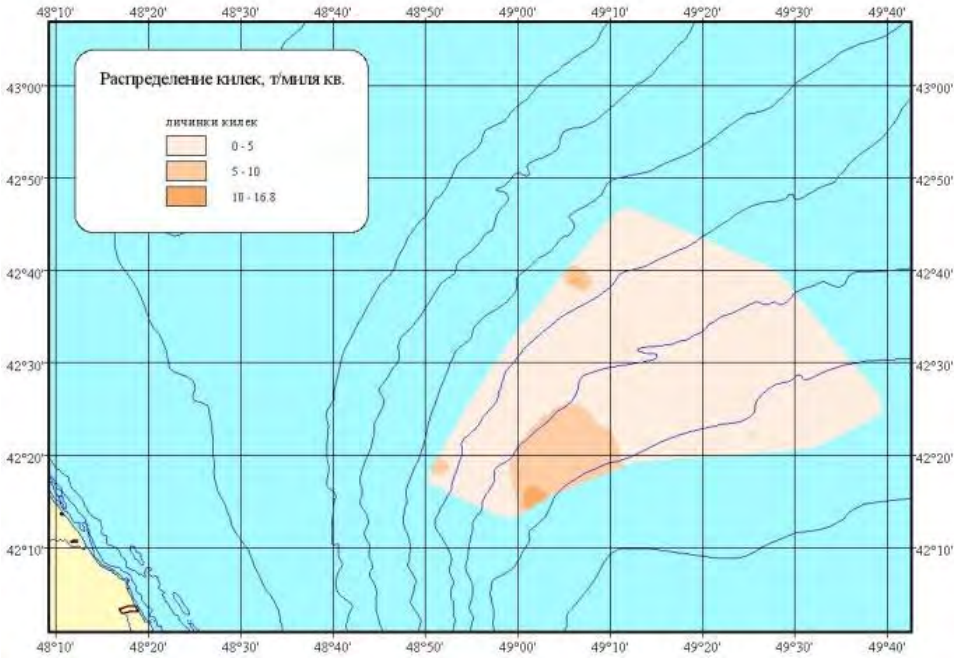


Рисунок 3 - **Тотальное распределение личинок килек, т/миля кв**.

В слое 10-20 м плотность распределения молоди каспийских килек колебалась от 0 до 79 т/миля², составляя в среднем 5,0 т/миля². Плотные скопления свыше 50 т/миля² отмечены в северо-западной части акватории. В слое 20-30 м средняя плотность скоплений молоди составляла в среднем 4,8 т/миля². Максимальные скопления до 35,7 т/миля² отмечены в южной части акватории. Если рассматривать плотность скоплений молоди килек по всей акватории тотально (рис. 4), то доля молоди в слоях 10-20 и 20-30 м составила 74,2% от всей плотности на акватории.

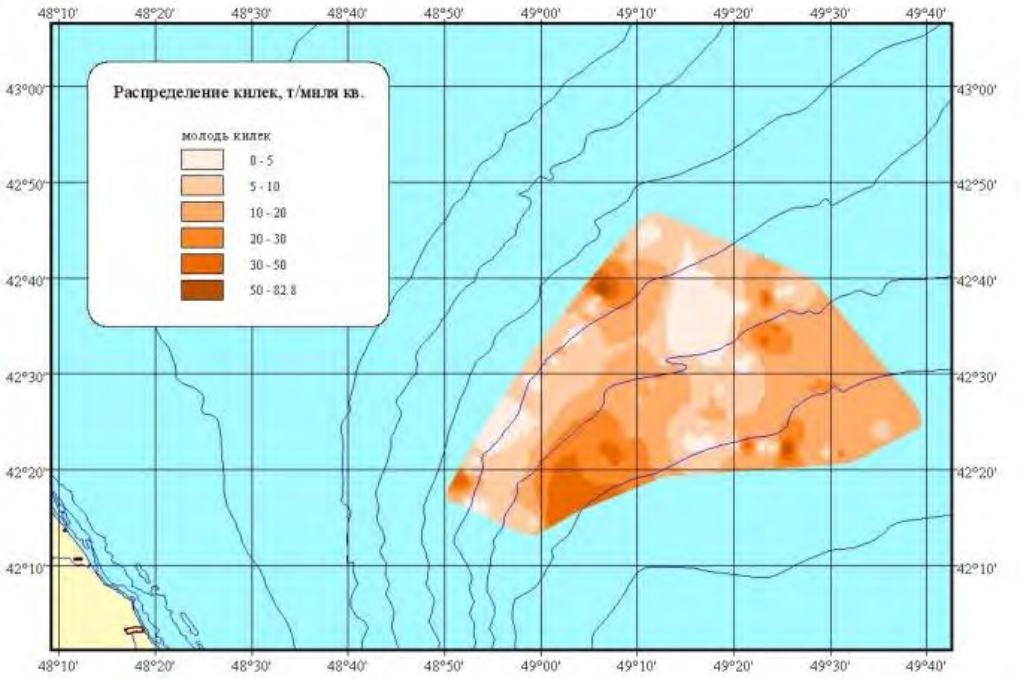


Рисунок 4 **- Тотальное распределение молоди килек, т/миля кв.**

В слое 10-20 м плотность распределения взрослых килек составляла в среднем 34,3 т/миля². Во время съемки отмечено несколько мест максимальных скоплений (до 495 т/миля²). В слое 20-30 м плотность распределения килек колебалась от 0 до 321 т/миля², составляя в среднем 33,6 т/миля². Максимальные плотности скоплений при рассмотрении тотально (рис. 5), от поверхности до грунта, достигали 577 т/миля², средняя плотность составила 92,5 т/миля². Доля килек в слоях 10-20 и 20-30 м составила 73,4% от всей плотности взрослых рыб на акватории.

Вывод. При проведении традиционной килечной конусной съемки над глубинами от 50 до 100 м часть биомассы килек остается неучтённой, что снижает достоверность оценки их общего и промыслового запасов. Глубоководный район западной части Каспийского моря является местом нагула каспийских килек. Показатели средней плотности в данном районе значительно выше, чем во всем Среднем Каспии. Личинки каспийских килек большей частью распределяются в слое 10-30 метров. Соотношение молоди (от 13 до 27%) к общей биомассе рыб подтверждает удовлетворительный уровень пополнения запаса килек. В целом по съемке распределение килек отмечается в горизонтах от 10 до 150 метров. Также отмечено наличие эхозаписей практически исчезнувшей в промысловых и исследовательских уловах большеглазой кильки на глубинах 150-300 метров с силой цели, определенной для каспийских килек (Ермольчев, 1995).

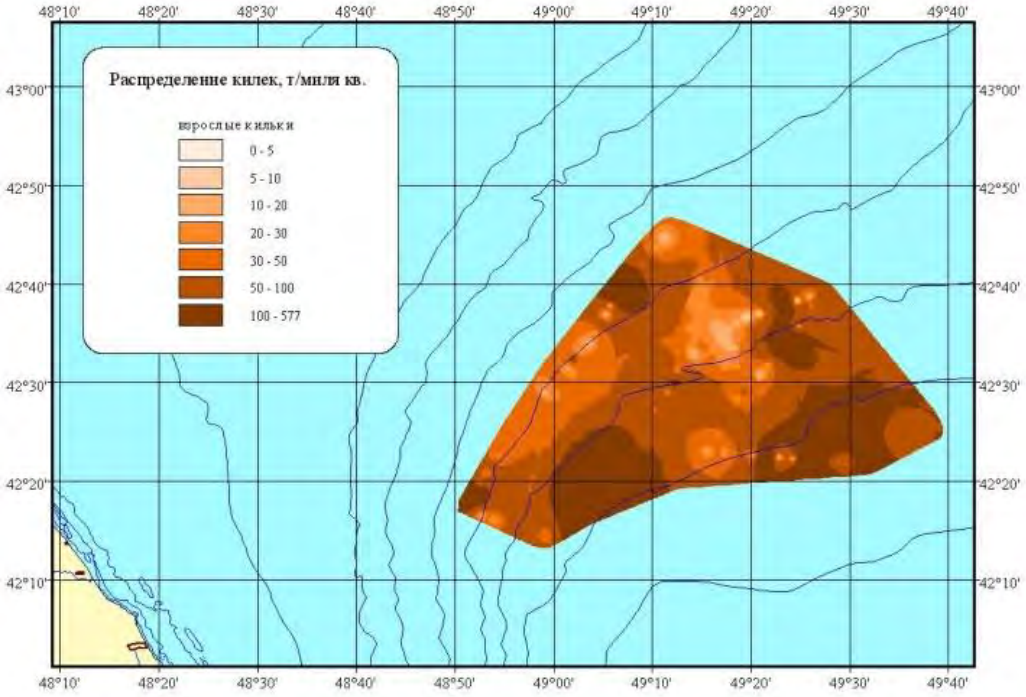


Рисунок 5 **- Тотальное распределение взрослых килек, т/миля кв.**

Литература

Ермольчев В.А. Отчет о российско-иранских исследованиях в Каспийском море / В.А. Ермольчев, М.В. Ермольчев, К. Бешарат. – Мурманск: ПИНРО, 1995. 53 с.

Помогаева Т.В. Особенности использования постпроцессинговой программы BI-60 (SIMRAD) для определения биомассы каспийских килек по горизонтам в Северо-Западной части Каспийского моря / Т.В. Помогаева, И.Б. Балченков, А.В. Смирнов // Современное состояние биоресурсов внутренних вод: матер. докладов II Всерос. конф. с междунар. участием (6-9 ноября 2014 г., Борок): в 2 т. – М.: ПОЛИГРАФ-ПЛЮС, 2014. – Т. 2. – С. 458-463.

ABSTRACT. The article presents possibility of the assessment of the stock of sprats by the hydrological method under the conditions of the Caspian Sea. It is investigated a space and vertical distribution of sprats at the depth up to 700 meters. It is revealed that the deep-water area in the Western part of the Caspian Sea is one of the major places of a fattening of the Caspian sprats.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФИТОПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА В НИЖНЕМ БЬЕФЕ КРАСНОЯРСКОЙ ГЭС, Р. ЕНИСЕЙ

Ю.А. Пономарева, П.В. Белолипецкий
Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск
ponomarevayulia@mail.ru

Зарегулирование стока реки является мощным антропогенным воздействием, глубоко нарушающим естественный гидрологический режим, изменяющим морфометрические и гидравлические характеристики верхних и нижних бьефов, а также трансформирующим динамику процессов замерзания и вскрытия рек, сроки и продолжительность ледовых явлений (Бахтин, 1980). Помимо этого, зарегулирование реки ведет к полной перестройке водной экосистемы, при этом изменяется и существенная ее компонента – фитопланктон, который занимает одно из центральных мест в формировании экосистемы. В зарегулированных реках в условиях высоких скоростей течения фитопланктон представляет собой смесь видов фитоперифитона и аллохтонных водорослей, в том числе и видов фитопланктона водохранилища, сбрасываемых из верхнего бьефа.

Наша задача – изучить формирование фитопланктона в условиях сброса водонапорной ГЭС. В настоящем сообщении приводятся результаты изучения фитопланктонного сообщества по материалам, собранным в 2008-2011 гг. на расстоянии 40 км ниже Красноярской ГЭС. В 2012-2014 гг., наряду с исследованием водорослей, проводили изучение оптических и флуоресцентных характеристик вод.

Сбор и обработку проб фитопланктона проводили стандартными методами (Вельдре, 1963; Киселев, 1969). Концентрирование речной воды, отбираемой ежедневно, осуществляли фильтрационным методом на мембранных фильтрах марки Владипор типа МФАС-ОС-3 (диаметр пор 0,80 мкм). Степень сложности фитопланктонного сообщества определяли, рассчитывая индекс видового разнообразия Шеннона. Еженедельно проводили измерения концентрации хлорофилла (Схл) «а» флуориметрическим методом на флуориметре ЛФлИ без экстракции пигментов из клеток (Апонасенко и др., 1998). Длина волны возбуждения 450 нм, спектральный интервал – 100 нм. Длина волны измеряемого излучения 680 нм, спектральный интервал 30 нм. Чувствительность по хлорофиллу (in vivo) 0,05 мкг/л. Коэффициент фотосинтетической активности (КФА) определяли как реакцию стационарного уровня свечения на добавление ингибитора фотосинтетического транспорта электронов – диурона.

Река Енисей на исследуемом нами участке представляет горную, быстротекущую реку (скорость течения до 2,0 м/с). Морфометрические особенности вышележащего Красноярского водохранилища и глубина водозаборных отверстий обуславливают в нижнем бьефе Красноярской ГЭС понижение температуры воды

летом и повышение осенью и зимой (Космаков, 2001). Температура воды в период исследования составляла 1,9-14,0 °С. Колебания уровня воды в реке значительно зависят от режима работы Красноярской ГЭС. По гидрохимическому анализу вода р. Енисей по соотношению ионов относится к гидрокарбонатному классу, к группе кальция, мягкая и характеризуется невысокой минерализацией (59,4-117,0 мг/л), слабощелочной реакцией среды (7,6–7,7), мутностью от 0,74 до 1,96 мг/л, цветностью – 6,80-11,74 градусов, благополучным кислородным режимом (9,3-14,0 мг O_2/л). Концентрации биогенных элементов исследуемого участка реки низкие (Сороковикова и др., 2000; Пономарева, 2013).

Фотосинтетическая активность фитопланктона и содержание хлорофилла «а» в клетках имеют обратную зависимость, что согласно литературным данным, регулируется уровнем углекислого газа. Причем в 2012-2013 году зависимость более четко выраженная, что указывает на влияние в последующем году сторонних факторов (рис. 1).

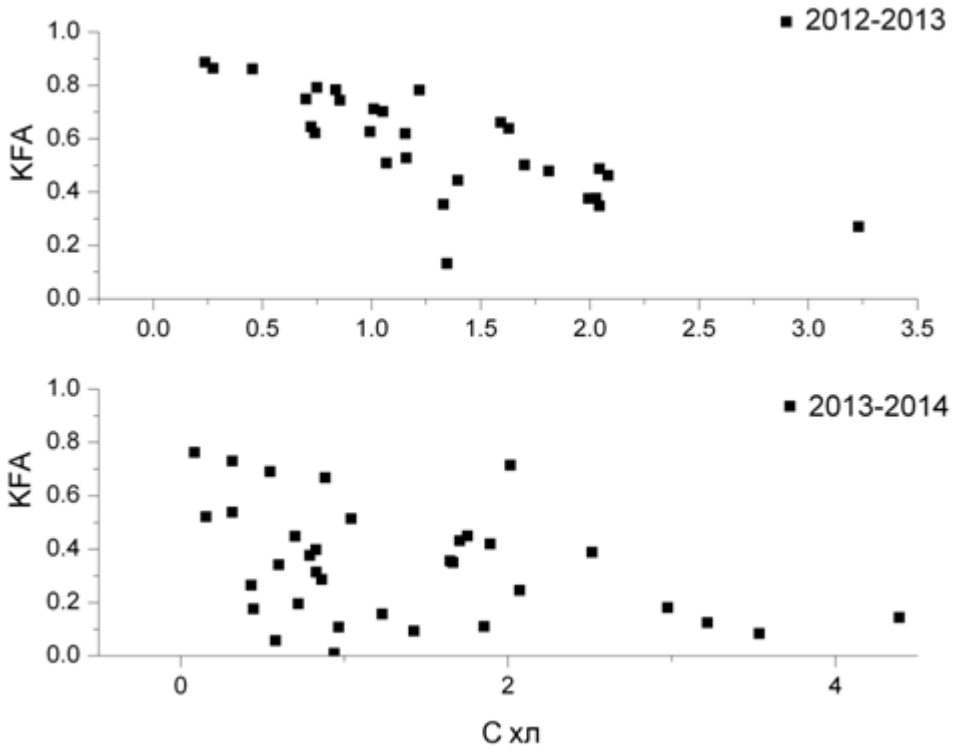


Рисунок 1 - **Внутригодовые соотношения коэффициента фотосинтетической активности клеток фитопланктона (KFA) от содержания хлорофилла «а» (С хл)**

Всего в фитопланктоне реки обнаружено 99 видов, разновидностей и форм водорослей из 6 отделов. Однако собственно планктонных из них оказался только 21 вид, остальные – водоросли дна и обрастаний, а так же смешанного планктонно-бентосного типа местообитаний.

Особую роль в формировании фитоценоза исследуемого участка реки на протяжении четырех лет наблюдений играли диатомовые (65 таксонов рангом ниже рода) и зеленые (22) водоросли. Отделы цианобактерии (8), динофитовые (2), золотистые (1) и криптофитовые (1) немногочисленны и характеризовались небольшим видовым разнообразием

Высокое видовое разнообразие фитопланктона исследуемого участка отмечено в летний и осенний периоды, низкое – в зимний и весенний. В фитопланктоне р. Енисей наибольшую роль по биомассе играли диатомовые водоросли, характеризующиеся выраженной сезонностью пиков развития отдельных видов, приуроченных к определенным коротким интервалам годового цикла. Так, с конца апреля до конца мая в большом количестве регистрировались *Diatoma vulgare* Bory и *Hannaea arcus* (Ehrb.) Patr., которые в этот период относились к числу массовых видов. В июне в планктоне реки доминировала *Aulacoseira islandica* (O. Mull.) Sim., в июле – *Cyclotella radiosa* (Grun.) Lemm., в августе – *Fragilaria crotonensis* Kitt. В появлении этих видов прослеживается определенная последовательность, повторяющаяся в общих чертах из года в год (рис. 2).

Индекс видового разнообразия H_b изменялся от 0,99 до 2,93 (в среднем 1,90 ± 0,03). На исследуемом участке реки пониженные его значения характерны для зимнего (когда структура фитопланктона имела упрощенную структуру) и летнего (когда на фоне качественного богатства количественно доминировал один вид – *A. islandica*) периодов. Высокие H_b получены в весенне-осенний период, когда в структуре фитопланктона четко выраженных доминирующих по биомассе видов (свыше 50%) не выделялось, а видовая структура альгоценоза имела сложный характер.

Из изменений, коснувшихся качественного состава альгофлоры Верхнего Енисея как до момента зарегулирования в 1967 г. русла в верхнем течении реки, так и после, стоит отметить следующее. Если основу доминирующего комплекса водорослей поздней весной в 2008-2011 гг. составляли *D. vulgare* и *H. arcus*, то в 1984 г. – систематически в нем присутствовали *Cymbella ventricosa* Kutz. и *Cryptomonas sp.* (Продукционно-гидробиологические…, 1993). В настоящее время летний пик увеличения биомассы фитопланктона связан с массовым развитием *A. islandica* и *C. radiosa*, а не с *A. formosa*, *Asterionella gracillima* (Hantzsch.) Heib., *Melosira granulata var. granulate* (Ehr.) Ralfs et var. *angustissima* (O. Mull). Hust., как в июне-июле 1974 г., на что указывала Т.С. Чайковская (1977). А.Д. Приймаченко (Продукционно-гидробиологические…, 1993) по результатам исследований 1984-1987 гг. среди летних доминирующих по биомассе водорослей отмечала совершенно иные виды – *C. ventricosa*, *Diatoma elongatum* (Lyngb.) Ag., *Navicula radiosa* Kutz., *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Sim., *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr. Зеленая водоросль

Ulothrix zonata (Web. et Mohr) Kutz., встречающаяся раньше в толще воды р. Енисей в нижнем бьефе Красноярской ГЭС практически в течение всего года, теперь в планктоне регистрируется единично во второй половине мая. Однако этот вид в значительном количестве развивается с апреля по июль в литоральной зоне реки, обрастая камни (Sushchik et al., 2010). Сходство в доминирующих комплексах фитопланктона нижнего бьефа Красноярской ГЭС состояло в том, что, как и ранее, доминанты *C. radiosa*, *A. formosa*, *F. crotonensis* относятся к наиболее постоянным и ведущим видам для всех лет исследования.

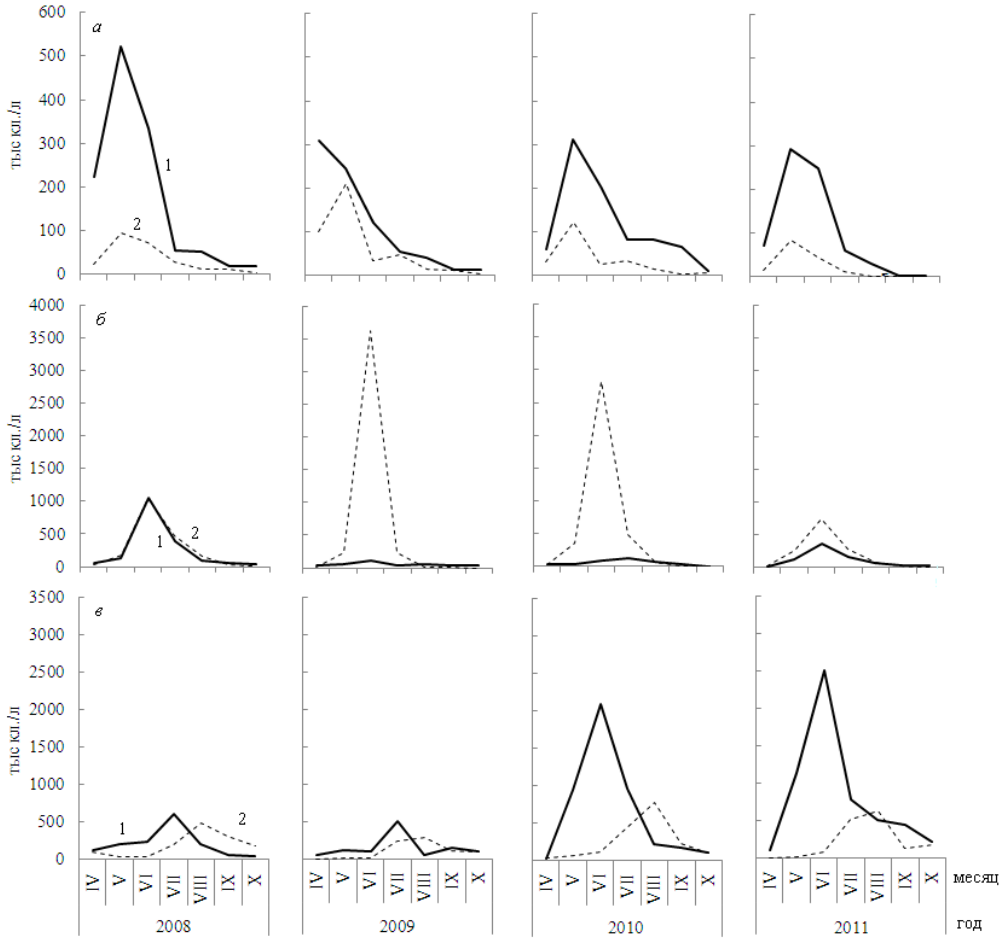


Рисунок 2 - **Сезонная и межгодовая динамика численности (тыс. кл. /л) массовых видов водорослей:**
а – Diatoma vulgare (1), *Hannaea arcus* (2); *б – Asterionella formosa* (1), *Aulacoseira islandica* (2); *в – Cyclotella radiosa* (1), *Fragilaria crotonensis* (2)

Сезонная динамика количественных показателей фитопланктона нижнего бьефа Красноярской ГЭС показала слабое развитие водорослей зимой и осенью, интенсивное – весной и летом. Динамика структурных показателей внутри года имела вид одновершинной кривой (рис. 3).

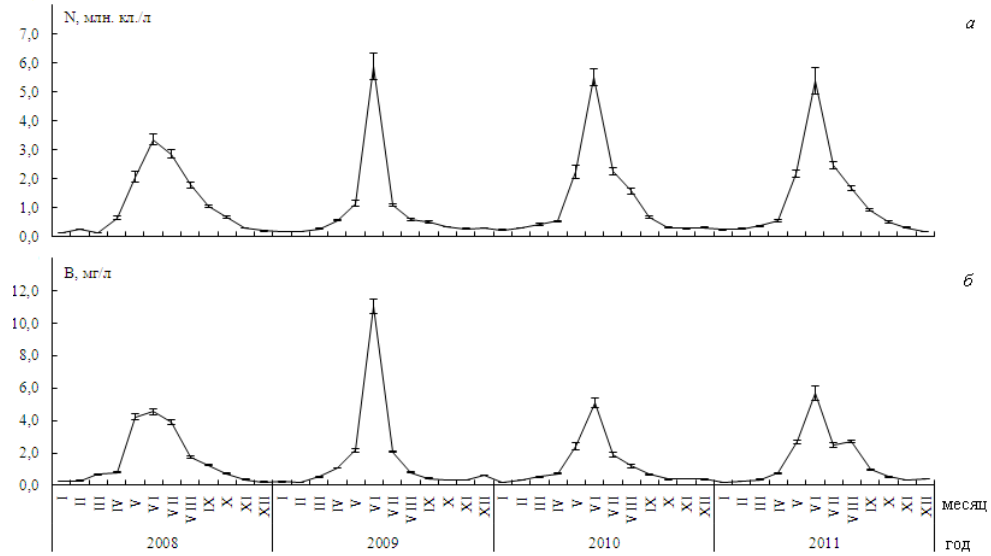


Рисунок 3 - **Сезонная динамика численности (*а*) и биомассы (*б*) фитопланктона в нижнем бьефе Красноярской ГЭС, р. Енисей**

Зимой отмечено крайне низкое содержание водорослей. Общая численность фитопланктона изменялась в пределах 0,07-0,78 млн. кл./л; биомасса – 0,07-0,92 мг/л. На протяжении весеннего периода общая численность фитопланктона варьировала от 0,16 до 6,01 млн. кл./л, биомасса – 0,14-9,90 мг/л. С марта по апрель структурные показатели фитопланктона имели низкие значения. Однако с конца апреля до конца мая распределение фитопланктона в нижнем бьефе Красноярской ГЭС имело тенденцию увеличения численности и биомассы, связанную с интенсивным развитием диатомовых водорослей: *D. vulgare* (максимальная численность достигала 0,59 млн. кл./л, биомасса 1,49 мг/л) и *H. arcus* (0,30 млн. кл./л и 0,60 мг/л соответственно). В летний период количественные показатели фитопланктона в реке варьировали в большом диапазоне: общая численность в июне-августе изменялась в пределах от 0,28 до 12,25 млн. кл./л, общая биомасса – 0,34-23,00 мг/л. В течение всего июня интенсивно развивалась *A. islandica*, достигая максимального развития в середине месяца, что совпадало с максимальной численностью и биомассой фитопланктона в целом.

Осенью величины структурных показателей фитопланктона снизились, его обилие в нижнем бьефе изменялось в пределах 0,17-1,51 млн. кл./л и 0,19-1,82 мг/л., составляя в среднем за сезон 0,53 ± 0,02 млн. кл./л и 0,58 ± 0,02 мг/л соответственно. Подобный ход развития фитопланктона в нижнем бьефе Красноярской ГЭС наблюдали и ранее (Чайковская, 1977; Кузьмина, 1979; Продукционно-гидробиологические…, 1993).

Процент содержания хлорофилла «а» в единице биомассы фитопланктона, напротив, возрастал в зимние и осенние месяцы, весной наблюдалось уменьшение его количества с окончательным спадом к концу лета (рис. 4). Согласно литературным данным, выявленная сезонная динамика концентрации хлорофилла «а» в единице биомассы фитопланктона р. Енисей, характерна для мелководных водоемов, подверженных постоянному ветровому перемешиванию (Ковалевская, 1979; Пырина, 1973, 1979).

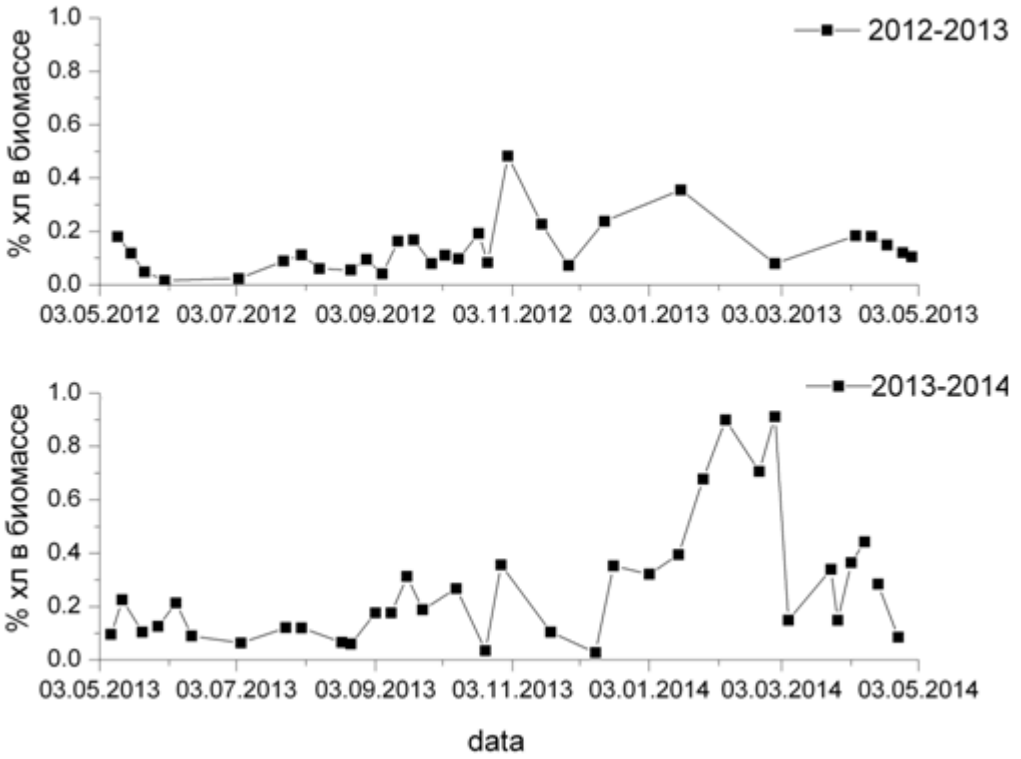


Рисунок 4 - **Сезонная динамика изменения процентного содержания хлорофилла «а» в сырой биомассе фитопланктона (2012-2014 гг.)**

Концентрация хлорофилла «а», являясь показателем продуктивности водоема, связана с объемом клеток фитопланктонного сообщества. Известно, что мелкоклеточные виды водорослей имеют более высокую фотосинтетическую активность. Высокие значения фотосинтетической активности мелкоклеточных видов частично обуславливаются большим содержанием хлорофилла в клетках, а частично – большей эффективностью преобразования поглощённой энергии. В ходе работы установлено, что общая численность и биомасса фитопланктона р. Енисей формировались в основном за счет водорослей с мелкими размерами: нанофитопланктона (2-20 мкм) и микрофитопланктона (20-64 мкм). И только в летние месяцы в пробах часто регистрировались клетки водорослей с длиной более 64 мкм. Стоит отметить, что спад фотосинтетической активности, приходящийся на весенне-летний период, очевидно, связан с изменением видового состава фитопланктона с доминированием в биомассе клеток с бóльшими объемами. Как было сказано выше, к числу доминирующий видов с конца апреля до конца мая относились *D. vulgare* и *H. arcus* с объемами клеток 677 ± 15 мкм^3 и 3741 ± 151 мкм^3 соответственно. Объем клеток доминанта летнего фитопланктона, *A. islandica*, составлял 4361 ± 97 мкм^3. Объемы других ведущих и постоянных видов следующие: *C. radiosa* – 247 ± 12 мкм^3, *A. formosa* – 346 ± 13 мкм^3, *F. crotonensis* – 1784 ± 65 мкм^3.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-34-00132 мол_а.

Литература

Апонасенко А.Д., Лопатин В.Н., Филимонов В.С., Щур Л.А. Некоторые возможности контактных оптических методов для исследования водных экосистем // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. – 1998. – Т. 34, № 5. – С. 721-726.

Бахтин Н.П. Оценка изменения гидрологического режима Енисея в результате антропогенного воздействия // Природа Арктики в условиях межзонального перераспределения водных ресурсов. – Л., 1980. – С. 45-46.

Вельдре С.Р. Статистическая проверка счетного метода количественного анализа планктонных проб // Применение математических методов в биологии. – Л.: Наука, 1963. Т. 2. – С. 10–31.

Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. – Л.: Наука, 1969. Т. 1. – 657 с.

Ковалевская Р.З. Содержание хлорофилла в планктоне // Общие основы изучения водных экосистем. – Л.: Наука. – 1979. – С. 207-213.

Космаков И.В. Термический и ледовый режим в верхних и нижних бьефах высоконапорных гидроэлектростанций на Енисее. – Красноярск: Кларетианум, 2001. – 144 с.

Кузьмина А.Е., Шевелева Н.Г. Сток водорослей и зоопланктона р. Енисей у г. Красноярска в условиях зарегулирования // Проблемы экологии Прибайкалья. Ч. 1. Иркутск, 1979. – С. 127-128.

Пономарева Ю.А. Химический состав воды и структура фитопланктона в нижнем бьефе Красноярской ГЭС // Вестник КрасГАУ, 2013. – № 7. – С. 183-188.

Продукционно-гидробиологические исследования Енисея. / Отв. ред. Галазий Г.И., Приймаченко А.Д. – Новосибирск: Наука, 1993. – 198 с.

Пырина И.Л., Трифонова И.С. Исследования продуктивности фитопланктона Ладожского озера // Гидроб. журн. – 1979. – Т. 15, № 4. – С. 26-31.

Пырина И.Л., Елизарова В.А., Николаев И.И. Содержание фотосинтетических пигментов в фитопланктоне Онежского озера и их значение для оценки уровня продуктивности водоёма // Микробиология и первичная продукция Онежского озера. – М.: Наука, 1973. – С. 108-122.

Сороковикова Л.М., Синюкович В.Н., Голобокова Л.П., Чубаров М.П. Формирование ионного стока Селенги в со-временных условиях // Водные ресурсы, 2000. – Т. 27, №5. – С. 560-565.

Чайковская Т.С. Фитопланктон и сток водорослей Верхнего Енисея и его притоков // Природные комплексы низших растений Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 2-20.

Sushchik N.N., Gladyshev M.I., Ivanova E.A., Kravchuk E.S. Seasonal distribution and fatty acid composition of littoral microalgae in the Yenisei River // Apll. Phycol., 2010. – Vol. 22. – P. 11-24.

ABSTRACT. In this study, we present results of investigation of phytoplankton community, optical and fluorescent properties of hydroelectric power station downstream water. Investigations were held at 40 km downstream of Krasnoyarsk HPS. Seasonal and annual variability of phytoplankton was estimated based on quantity and biomass of phytoplankton cells, and also by measurements of chlorophyll 'a' concentration. We described characteristics of seasonal changes and year-to-year differences of structural and functional phytoplankton properties.

ЁРШ – ВРЕДНАЯ ИЛИ ПОЛЕЗНАЯ РЫБА

О.А. Попова, Ю.С. Решетников
Институт проблем экологии и эволюции РАН, Москва, ysreshetnikov@gmail.com

Обыкновенный ёрш *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) широко распространен в водоемах Евразии от Англии и Франции на западе до Колымы на востоке. Подвидов нет, однако многие авторы отмечали высокую географическую и экологическую изменчивость ерша. Род *Gymnocephalus* представлен 4 видами: *G. acerina* (Gueldenstadt, 1774) – донской ёрш, *G. cernuus* (Linnaeus, 1758) – обыкновенный ёрш, *G. baloni* Holcik et Hensel, 1974 – ёрш Балона и *G. schraetser* (Linnaeus, 1758) – дунайский ёрш. В России встречаются два вида - донской и обыкновенный, в последние годы в Крыму отмечен ёрш Балона. С 1980-х годов наблюдалось расширение ареала обыкновенного ерша: он появился в Боденском озере, проник на север Англии и Шотландии и на юг в водоемы Италии, на западе он освоил новые районы Франции. Быстро возрастала численность и случайно интродуцированного ерша в Великих озерах Северной Америки. Все это вызывало естественную тревогу за эти пресноводные экосистемы и особенно за судьбу ценных промысловых рыб (сиговых, лососевых), икру которых охотно поедает ерш. На Окуневом Симпозиуме в Финляндии (PERCIS-II, Васса, 1995) на это обращалось особое внимание. В марте 1997 г в США проводился специальный Симпозиум, посвященный этой проблеме, на который коллектив российских авторов предоставил обзорный доклад по ершу в водоемах России (Popova et al., 1997). В последнее время мы решили завершить работы по ершу изданием специальной монографии (Обыкновенный ерш, 2016).

Отметим, что ершу уделялось незаслуженно мало внимания со стороны ихтиологов, имеются фрагментарные данные, собранные разными исследователями с применением разных методик, поэтому зачастую они трудно сопоставимы. Кроме того, исходные данные разбросаны в многочисленных статьях, часто опубликованных в малодоступных изданиях. Более серьезные работы по ершу сделаны тогда, когда он был основной темой диссертационных работ, в основном это относится к ершу водоемов Европейского Севера (Сямозеро, Ладожское озеро, Рыбинское водохранилище, Выртсъявр, Псковско-Чудской водоем, Куршский залив), Украины (р.Днепр) и Западной Сибири (р.Обь).

Вместе с тем, несмотря на широкое распространение ерша и его важную экологическую роль в трофической цепи пресноводных экосистем, мы всё еще мало знаем об образе жизни этого вида. Так в пределах бывшего СССР основная часть ихтиологической литературы посвящена промысловым рыбам, а по большинству так называемых «сорных» или малоценных видов (ёрш, уклейка, верховка, пескарь, быстрянка, горчак, гольян и другие) практически ничего не известно, поэтому неожиданная вспышка их численности часто ставит перед ихтиологами

неразрешимые проблемы. Отметим резкие колебания численности у таких короткоцикловых и мелких видов рыб, как корюшка, быстрянка и горчак в 1970-е годы, а также резкое возрастание численности и расширение ареала ротана по всей России, каспийской тюльки и бычков в бассейне Волги. С середины 1970 гг. отмечалось резкое и повсеместное возрастание численности быстрянки в верховьях многих европейских рек России, и во многих малых реках она стала обычным видом, а в некоторых случаях и доминантным видом, а с 2010-х началось столь же резкое падение ее численности. В 1980 гг. отмечалось резкое сокращение численности ерша во многих европейских водоемах России (от Имандры до Рыбинского водохранилища). С начала 2000 гг. стала резко возрастать численность горчака в верховьях Оки. Такие явления приводят к существенным перестройкам в составе рыбной части сообщества. Но для их анализа и предсказания необходимы данные по экологии и размерно-возрастному составу этих малоценных и мало изученных видов рыб.

Обычно в научной литературе существовало мнение о ерше как вредном компоненте экосистемы, ерш рассматривался как основной конкурент в питании многих промысловых рыб-бентофагов (лещ, плотва) и как пожиратель икры ценных промысловых рыб. Вместе с тем некоторые авторы признавали важную роль ерша в трофических цепях водоема. Как показали последние исследования в больших водоемах с ярко выраженной литоралью, сублиторалью и профундалью, с точки зрения человека, значение ерша как потребителя ценного корма может быть как положительным, так и отрицательным, в зависимости от характера биотопа, характера распределения ерша и его численности в водоеме. В водоемах, где велика численность и видовое разнообразие хищных рыб, ерш является желанным компонентом их рационов. Так, например, в Рыбинском водохранилище наиболее интенсивно потребляет ерша налим, который питается им зимой в сублиторали водоема. В его рационе ерш занимает более 60%. Второе место принадлежит щуке - хищнику-засадчику, откармливающемся в прибрежной зоне. Третье - судаку, который охотится в пелагиали и сублиторали водоема. Именно благодаря ершу резко возросла численность судака в Рыбинском водохранилище. Не следует забывать, что ёрш часто является основной, а иногда и единственной добычей рыболовов-любителей, особенно в зимнее время. И какая же уха без ерша! Даже в прошлые времена славилась уха из стерляди и ерша.

Выбор ерша в качестве рыбного объекта для монографии типа «Вид в пределах ареала» продиктован многими научными и рыбохозяйственными проблемами. Следом за предыдущими монографиями этой серии, посвященными ценным промысловым видам рыб («Рыбец» 1984 и «Пелядь» 1989), это первая книга, посвященная так называемым «сорным или малоценным» видам рыб (Обыкновнний ёрш, 2016).

Монографию подготовил коллектив авторов, авторы ставили перед собой задачу дать полную сводку только наиболее важных научных и рыбохозяйственных проблем, которые разработаны на современном научном уровне. Основное

внимание нами было уделено традиционным аспектам этой серии книг - систематике, распределению, морфологии, образу жизни (питанию, росту, воспроизводству), промыслу, роли ерша водоемах разного типа, паразитам и болезням ерша, а также колебаниям численности ерша.

Нами проведена ревизия всех морфометрических признаков ерша, отброшены сомнительные данные, а основные меристические признаки ерша показаны на рис. 1.

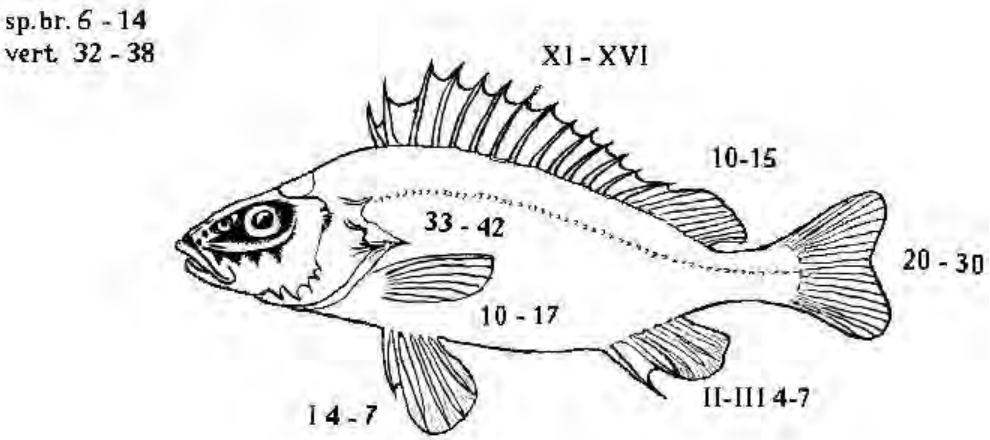


Рисунок 1 - **Пределы колебаний основных меристических признаков у обыкновенного ерша**

Выверен современный ареал ерша. В 1980-х и в начале 1990-х гг. началось внезапное распространение ерша в водоемах Западной Европы за пределами своего естественного ареала. Ёрш появился в озере Лох-Ломонд в Шотландии (Loch Lomond), в Уэльсе (Llyn Tegid), в Англии (Bassenthwaite Lake), в Германии и Швейцарии (Женевское озеро, Lake Constance), в некоторых озерах Италии, в озере Милдеван (Mildevan) в Норвегии и в дельте Роны во Франции (Comargue region) (Ogle, 1998). Полагают, что такому распространению ерша способствовали строительство каналов и широкое использование ерша как наживки в спортивной ловле щуки. Появление ерша в Северной Америке связывают с его заносом с баластными водами кораблей в виде молоди в район устья реки Сант Луис (крупный приток озера Верхнее), где ерш образовал самовоспроизводящиеся популяции, а потом проник и в другие озера (Онтарио и Гурон). Появление ерша в Америке вызвало большие трофические перестройки в экосистемах Великих озер.

В последнее время ерш совсем исчез из бассейна Аральского моря и появился в Крыму, где его раньше не было. В аборигенной ихтиофауне Крыма ёрш отсутствовал, а его первые находки здесь относятся к началу 2000-х гг.

в водохранилищах Партизанское, Симферопольское, Тайганское, Белогорское и в некоторых водоемах равнинного Крыма. Кроме этих водоемов в настоящее время он отмечен в реке Черной, в водохранилищах Восточного Крыма и в Бахчисарайском водохранилище. В последней обзорной работе по Крыму впервые зарегистрирован и ерш Балона *G. baloni* (Карпова, Болтачев, 2014).

Обратим внимание на особенности строения и образа жизни ерша, которые позволяют ему существовать в водоемах разного типа. Ерш обитает в озерах, реках, водохранилищах, дельтовых районах рек и опресненных заливах морей. В водоемах держится в придонных горизонтах как прибрежной зарослевой зоны, так и в профундали открытой зоны озер, в водохранилищах поднимается и в пелагиаль. Отмечен на глубинах от 0.25 м до 85 м. Обитает в водоемах с любым грунтом: твердом или мягком, песчаном или заиленным. Избегает лишь сильнокислых торфяных озер (при pH ниже 5.0) и самых верховьев холодных ключевых рек. В озерах встречается от олиготрофных (реже) до эвтрофных (предпочитает), отмечен даже в некоторых альпийских озерах Европы.

Из абиотических факторов, влияющих на распределение ерша в пределах речных систем, важнейшим является скорость течения; в озерах и водохранилищах - концентрация кислорода и температура.

Температуры, при которых ёрш обитает в природе колеблются от 1 до 30 ^{o}C. Нижние и верхние границы температуры нереста для ерша равны соответственно 4 и 20 °C, оптимальный диапазон 7–14 °C. Тем не менее, с учетом возможной порционности нереста у ерша, следует отметить, что сроки нереста и температура воды, при которой он происходит, варьируют в водоемах разных широт: 1-я порция выметывается при температуре 4–9 °C, вторая – при 11–13 °C и 3-я – при 18–20 °C. Оптимальной температурой роста можно считать интервал от 22 до 28 °C. Непосредственных данных по росту ерша в различных температурах среды в эксперименте к настоящему моменту недостаточно, однако косвенные данные показывают, что окончательно избираемая температура у сеголетков, годовиков и двухлетков ерша равна 24–25.5 °C. Таким образом, верхняя температурная граница (ВЛТ) жизнедеятельности для ерша на первом-втором году жизни, очевидно, равняется 33–36 °C.

Большое влияние на распространение рыб оказывает активная реакция среды (pH воды). В принципе ясен и механизм этого явления; он связан с большой потерей катионов, особенно Na^{+} в кислой среде, а также, видимо, в изменении pH крови и ухудшения её способности связывать растворенный в воде кислород. Особенно пагубны влияния pH воды на ранних стадиях развития рыб. По сравнению с другими видами рыб икра ерша может нормально развиваться в довольно широком диапазоне pH воды (от 6,5 до 10,5). Чувствительность разных стадий развития икры ерша к изменению pH среды неодинакова. Наиболее чувствительны к изменениям pH воды оказалась икра на стадии начала дробления: на этих стадиях даже при pH воды 6,0 наблюдались аномалии развития, и вся икра погибала

в короткий промежуток времени. Во всех опытах с pH воды 5,0 икра погибала полностью.

Среди биотических факторов, вызывающих массовые перемещения взрослого ерша, основную роль, по-видимому, играет доступность корма. Пресс хищных рыб может влиять на суточный ритм активности и вызывать суточные перемещения между местами обитания.

Ёрш - типичный бентофаг, очень пластичный в выборе корма. Излюбленной его пищей являются личинки хирономид и гаммариды, но при их недостатке в водоеме он легко переключается на другие виды корма, тем более, что ассортимент его кормовых организмов включает все формы бентоса, зоопланктона и рыбную пищу (икра и молодь рыб). С возрастом увеличиваются размеры потребляемых им организмов, наиболее крупные особи становятся хищниками.

На разных этапах жизненного цикла ерш выступает как потребитель разных видов корма: в молодости это примущественно зоопланктофаг, в середине жизни – типичный бентофаг с излюбленным кормом в виде хирономид, в старшем возрасте крупные особи – типичные хищники. Поэтому по характеру питания ерша можно отнести к эврифагам с широким спектром питания. В силу своей высокой численности и быстрого размножения ёрш играет важную роль в пищевых цепях водоема (Popova and all, 1998 и дру.).

Ерш обладает хорошо развитой сейсмосенсорной системой (органы боковой линии). На голове имеются широкие каналы, занимающие большую часть ее поверхности и содержащие крупные невромасты, достигающие длины 2–3 мм. Каналы покрывает кожная мембрана, которая отсеивает низкочастотные гидродинамические “шумы”, неизбежно возникающие при движении рыб и может обладать резонирующими свойствами и усиливать сигналы, поступающие от движущейся жертвы. Благодаря такому устройству боковой линии ерш способен успешно питаться в полной темноте и обнаруживать жертв не только при стационарном положении, но и при пассивном движении вперед по инерции. По-видимому, в осуществлении пищевого поиска ерш руководствуется главным образом информацией, поступающей по сейсмосенсорному каналу, тогда как обонятельная система, как и зрительная, выполняют в таком поиске лишь вспомогательную роль.

Значение хемосенсорных систем в пищевом поведении ерша существенно различается. Роль обоняния в направленном поиске объектов питания выражена слабо. Учитывая характер суточной динамики двигательной активности ерша, нельзя полностью исключить, что запаховый пищевой поиск у ерша в ночные часы выражен лучше. Вкусовая рецепция, наружная и внутриротовая, в отличие от обонятельной, играет важную роль в пищевом поведении ерша, которое организовано сложнее, чем у многих других ранее исследованных видов рыб. На примере ерша впервые удалось показать существование нового типа вкусовых веществ-эроузантов, присутствие которых в кормовых объектах способствует более быстрому поиску и оценке потенциальных пищевых объектов и повышает

эффективность питания рыб. Нельзя исключать, что эти особенности вместе с хорошо развитой сенсорной системой боковой линии способствуют успешной интродукции ерша в новые водоемы.

В большинстве водоемов ёрш обнаруживает большое сходство в питании с лещом, плотвой, окунем и сиговыми рыбами; временами он может составлять сильную конкуренцию лещу и сиговым, занимая одни и те же биотопы и обладая более высокой поисковой способностью. В северных сибирских водоемах ерш потребляет в значительных количествах икру ряпушки и других сиговых рыб.

Вред, наносимый ершом рыбному хозяйству за счет пищевой конкуренции и выедания им икры ценных промысловых видов рыб, давало основание некоторым ученым считать его вредным и рекомендовать снижение его численности или даже уничтожение в ряде конкретных водоемов. Однако такие суждения о ерше, как о вредном конкуренте ценных промысловых рыб обычно основаны только на анализе спектров питания.

Часто для суждений о конкурентных отношениях среди рыб используют различные индексы. Обычно это индекс пищевого сходства (*СП*) Шорыгина или другие индексы. Не следует забывать, что все эти индексы перекрывания пищевых ниш могут отражать степень пищевой конкуренции только в случае если рыбы питаются на одном месте и одними и теми же кормами, когда имеется дефицит корма и его не хватает, чтобы удовлетворить пищевые потребности всех рыб (Решетников, Попова, 2015). Поэтому индексы нельзя использовать для суждения о пищевых взаимоотношениях рыб без привлечения других показателей. Например, в период массового вылета водных насекомых многие виды рыб переходят на потребление личинок, куколок и взрослых особей насекомых, но это не значит, что наблюдается жестокая конкуренция; просто корма так много, что его в данный момент хватает всем.

Рассмотрим обычные рассуждения о конкуренции ерша и леща на примере Рыбинского водохранилища. Различия в интенсивности питания ерша на этих разных экологических участках дают основание полагать, что ерш откармливается главным образом в прибрежной части водохранилища, в местах затопленных лесов и на временно заливаемых площадях водоема. На русловых участках он питается менее интенсивно. Между тем известно, что русловые участки — это место откорма старших возрастных групп леща, с которым совпадает спектр питания ерша, причем хирономиды становятся основной пищей леща только осенью, когда интенсивность питания ерша понижается. Это значит, что в Рыбинском водохранилище у леща и ерша места откорма и время потребления личинок хирономид не совпадают и нет оснований считать его конкурентом леща. Особенности распределения бентофауны в водохранилище таковы, что ёрш может использовать для нагула часть высококормных районов литорали, недоступных лещу. Приведенные данные свидетельствуют о том, что, нагуливаясь на различных участках, лещ и ёрш не могут конкурировать друг с другом. Заметного влияния на воспроизводство промысловых видов в Рыбинском водохранилище ерш не оказывает. Массовое

поедание ершом икры фитофилов и их личинок на нерестилищах в годы исследований не обнаружено, поэтому считать ерша вредной рыбой для рыбного населения Рыбинского водохранилища нет оснований.

Однако в большинстве фаунистических сводок по рекам и регионом ихтиологи рассматривают ерша как серьезного конкурента ценным видам рыб, который наносит существенный ущерб рыбному хозяйству, не имея на то даже элементарных сведений о питании ерша в изучаемом водоеме. Так во многих регионах страны огульно стали причислять ерша к сорным и вредным рыбам. Не следует забывать, что ёрш является ценным кормовым объектом для многих промысловых хищных рыб.

Несмотря на малую рыбохозяйственную ценность ерша, ерш играет существенную роли в функционировании водных экосистем. Во многих водоемах он является важным звеном трофической сети, обеспечивающим транспорт вещества и энергии к верхним уровням экологической пирамиды, представленными хищными видами рыб, такими как окунь, судак, налим и щука. Хищники потребляют ерша размером 2,5-12 см с модой 4-7 см. В пище хищных рыб ёрш занимает различное положение в зависимости от вида хищника, состава ихтиофауны данного водоема и от специфики года.

Доля ерша в годовом рационе (в %) хищных рыб:

	Псковско-Чудское озеро	Сямозеро	Куршский залив	Рыбинское водохранилище
судак	16	10-15	7-56	4-10
окунь	16	10-21	10-65	24-40
щука	28	10-14	7-25	12-20
налим	31	14-28	7-60	20-60

В других водоемах России ерш служит пищей лососевых, сиговых, окуневых (окунь, судак, берш), угря, сома, щуки и налима. В водоемах Западной Европы основными хищниками в отношении ерша выступают судак и щука. В Северной Америке помимо налима и щуки ершом питаются озерный голец (*Salvelinus namaycush*), малоротый окунь (*Micropterus dolomieu*), чёрный краппи (*Pomoxis nigromaculatus*), американские сомы-кошки (*Ictalurus* spp.), желтый окунь (*Perca flavescens*), светлый судак (*S. vitreum*) и другие ихтиофаги. В Ладожском озере ершом питается нерпа. В течение года она съедает ерша в семь раз больше по сравнению с промыслом. Хищники оказывают сдерживающее влияние на численность ерша, на качественный состав и структуру его популяций, кроме того они переводят малоценные виды рыб, к которым часто относят и ерша, в высококачественный продукт (Popova, 1967, 1978).

В настоящее время в странах Западной Европы ерш не считается промысловой рыбой, лишь в некоторых водоемах раньше велся специализированный лов ерша, редко его используют как аквариумную рыбу, но чаще в виде наживки при ловле хищных рыб. Обычно ерш отмечался в промысловых уловах в осолоненных районах Балтики (дельта Эльбы, Вислинский и Финский заливы). Раньше в низовьях Эльбы в районе Гамбурга и в её эстуарных районах максимальные уловы ерша в 1886-1910 гг достигали 150-380 т; а рыбный суп с ершом и осетром (Sturensuppe) был очень популярен среди местного населения. Однако времена и вкусы людей изменились, прекратился и интенсивный вылов ерша; в 1965- 1985 уловы ерша не превышали 10 т. Годовая продукция ерша в дельте Эльбы составляла 0,7 кг/га при модальном возрасте рыб в уловах 1 год. Однако в других местах годовая продукция ерша достигала 3,6 кг/га при вылове возрастных групп от 0 до 2 лет. Обычно ерша ловили мелкоячейными сетями или тралами (в 1926-1938 гг в Балтике добывали 1500 -2700 т ежегодно). Использовали ерша и как корм для домашних животных, особенно свиней.

В России специализированный промысловый лов ерша проводился только в некоторых водоемах: Псковско-Чудском, Ладожском, Сямозере, Куршском заливе и низовьях Оби. Однако, даже здесь статистика уловов носит фрагментарный характер. В двадцатые годы прошлого века общий улов ершей в водах СССР составлял 10 тыс. т.

В ряде водоемов, где численность ерша велика и он достигает крупных размеров (15-18 см), ёрш имеет и промысловое значение. В низовье Оби ерш используется для приготовления консервов. Здесь даже готовят специальные консервы «Ерш в масле». Ценность его как пищевого объекта для человека, несомненно, велика. По жирности он превосходит в 4 раза карася, в 3 раза окуня и в 2 раза плотву и щуку, а жир его печени содержит в 5 раз больше витамина А, чем печень трески. В других районах заготовка ерша имеет смысл для приготовления рыбной муки, удобрения полей и как корм для скота и звероферм. Однако везде настоящая русская уха не может быть приготовлена без ершей: они придают ей неповторимый аромат и вкус. А сам ерш является самой обычной и частой добычей рыболовов-любителей.

В Сямозере (южная Карелия) велся мутниковый лов ерша, размеры ерша в уловах колебались от 3 до 15 см, возраст – от 1 до 12 лет, составляя в среднем 5 см и вес 5 г. Средний возраст в 1954-1956 гг. составлял 3,3 года, а в 1973-1975 гг. – 2,9 года. На основании данных по мутниковому лову методом площадей рассчитанная биомасса ерша составляла 14 кг/га и плотность 2920 экз/га. Общая биомасса ерша в Сямозере в 1970-е годы оценивалась в 180 т, или 6,77 кг/га, при ежегодной продукции популяции 90 т (Решетников и др., 1982). Применение в последние годы математических моделей по методу балансовому равенства дало сходные результаты (рис. 2).

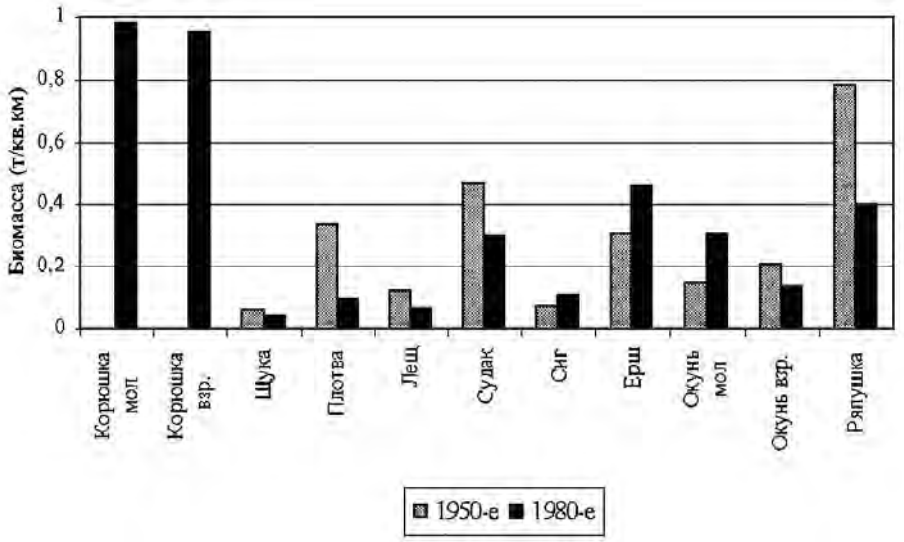


Рисунок 2 - **Рассчитанная биомасса основных видов рыб Сямозера в 1950-е и 1980-е гг.**

Из-за своей конкуренции с промысловыми рыбами, а также из-за того, что ерш поедает их икру, ерша иногда рассматривают как нежелательную рыбу («сорную»), численность которой надо снижать или даже полностью уничтожить. Однако, все попытки воздействовать на популяцию ерша мелкоразмерными ставниками или мехмутниковыми тралами к успеху не привели. Эффект от такого рыболовства часто имел явно противоположный характер: из-за раннего созревания и быстрого воспроизводства численность ерша быстро восстанавливалась и даже увеличивалась. А траловый лов ерша вылавливал молодь промысловых рыб, снижая их численность. Даже весенний лов нерестового ерша специализированными ловушками, когда изымаются более крупные и половозрелые особи, не давал нужных результатов.

Больший успех дало вселение хищных рыб, например угря или судака, которые питаются ершом. Хорошим примером является озеро Выртсярв. В этом озере популяции хищных рыб были подорваны промыслом и численность ерша стала возрастать, лишь вселение угря помогло удержать рост численности ерша.

Принимая во внимание, что ерш живет в разных биотопах водоема и может быть активным как днем, так и ночью, то лишь присутствие целого комплекса хищников может сдерживать численность ерша. Например, щука и окунь могут питаться ершом в литорали и сублиторали, судак - в толще воды; налим и угорь - у дна и на глубине.

В ряде водоемов отмечена массовая гибель ерша. О причинах гибели ерша нет единого мнения. Можно отметить лишь общие закономерности в гибели ерша:

1) Гибель отмечалась только летом (июль-август) и охватывала многие водоемы одного бассейна (Германия, район Валдая, Верхняя Волга);

2) Погибшие рыбы всегда сильно или умеренно заражены метацеркариями *Ichthyocotylurus* и другими паразитами;

3) Эпизоотии ерша следовали с определенными интервалами в 30-35 лет и продолжались, как правило, в течение 3 сезонов.

Скорее всего сочетание ряда факторов (дефицит кислорода, высокая мутность воды и высокая численность метацеркарий) приводят в массовой гибели ерша, причем эта ситуация складывается одновременно во многих водоемах одного бассейна.

Таким образом, невозможно однозначно признать ерша вредной и сорной рыбой, которая уничтожает икру ценных промысловых рыб. Эту икру охотно едят сибирский осетр, таймень и хариус, однако мы не считает их вредными рыбами. В некоторых северных водоемах он может считаться нежелательной рыбой, подлежащей интенсивному вылову, однако в других он не наносит столь существенного вреда и как поедатель икры, и как конкурент в питании. Обычно всегда численность ерша находится под контролем хищных рыб, из которых щука всегда предпочитает ерша другим видам рыб. В случае увеличения численности ерша многие хищники (судак, берш, окунь и налим) переходят на его потребление, а при падении численности ерша они вынуждены переходить на другие виды жертв. Поэтому окончательное суждение о ерше, как о вредном конкуренте ценных промысловых рыб должно быть основано на хорошем и полном анализе спектров питания ерша и его возможных конкурентов.

Литература

Карпова Е.П., Болтачев А.Р. 2014. Разнообразие ихтиофауны внутренних водоемов Крыма: прошлое, настоящее и будущее. //// Современное состояние биоресурсов внутренних вод. Т. 1. М.: ПОЛИГРАФ-ПЛЮС. С. 260–267.

Кияшко В.И. 1976. Характеристика питания ерша *Acerina cernua* (L.) на 3 этапе формирования Рыбинского водохранилища. //Сб. Биологич. продукционные процессы в бассейне Волги. Л.:Наука. С. 148-154.

Иванова М.Н., Половкова С.Н., Кияшко В.И., Баканов А.И. 1978. Питание и пищевые взаимоотношения рыб в водохранилищах Волжского каскада. //Теоретические аспекты рыбохозяйственных исследований вод-щ. Л. С. 55-78.

Обыкновнний ёрш *Gymnocephalus cernuus (*Linnaeus. 1758). Систематика, морфология, образ жизни и роль ерша в экосистемах. М.: ООО ПОЛИГРАФ-ПЛЮС. 2016. 333 с.

Решетников Ю.С., Попова О.А. 2015. О методиках полевых ихтиологических исследований и точности полученных результатов». Тр. ВНИРО. Т. 156. С. 112-129.

Решетников Ю.С., Попова О.А., Стерлигова О.П. и др. 1982. Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого озера. М.: Наука. 248 с.

Попова О.А., Решетников Ю.С., Кияшко В.Н., Дгебуадзе Ю.Ю., Михеев В.Н. 1997. Ёрш - предмет пристального международного внимания. //Мат-лы Ихтиолог. Конгресса России, 1997, С. 38.

Ogle D.H. 1998.A Synopsis of the Biology and life history of ruffe // J. Great Lakes Res. V. 24 (2). P.170-185.

Popova O.A. 1967. The «predator-prey» relationship among fish. //The Biological Basis of Freshwater Fish Production. Ed. S.D.Gerking. Oxford and Edinburg. P. 359-379.

Popova O.A. 1978. The role of predaceous fish in ecosystems. // Freshwater Fish Production. Ed. S.D.Gerking. Oxford and Edinburg. P. 215-249.

Popova O.A., Reshetnikov Yu.S., Kiyashko V.I., Dgebuadze Yu.Yu., Mikheev V.N. 1997. Ruffe from the Former USSR: variability within the largest part of its natural range. //Internat. Symposium on Biology and Management of ruffe. March 21-23, 1997. Ann Arbor, Michigan. P. 7.

Popova O.A., Reshetnikov Yu.S., Kiyashko V.I., Dgebuadze Yu.Yu., Mikheev V.N. 1998. Ruffe from the former USSR: variability within the largest part of the natural range. // J. Great Lakes Res. V.24, N 2. P. 263-284.

ABSTRACT. The results of original investigations of the authors of this article and literatury data on the systematics, distribution, morphology, diet composition and trophic relationships, habitats, behavior, growth, reproduction and embryo stages, the role of ruffe in different waterbodies. Ruffe can tolerate a broad range of main environmental factors: temperature, depth, turbidity, and substrate structure. Attempts to control ruffe populations with small-mesh seines were unsuccessful and only caused a reduction in average age of populations. Introduction of some piscivorous fishes (eel, pike, pike-perch) was more efficient.

ФЕНЕТИЧЕСКАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ БЫЧКА-ПЕСОЧНИКА *NEOGOBIUS FLUVIATILIS* PALLAS, 1814 АЗОВСКОГО МОРЯ

Р.Е. Прищепа

Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, prishchepa.raisa@yandex.ru

Азовское море – уникальный внутренний водоем, еще недавно являвшийся одним из самых рыбопродуктивных морей Мирового океана. Однако масштабная хозяйственная деятельность человека нарушила те внутренние естественные механизмы, которые позволяют животным устойчиво воспроизводиться и поддерживать равновесие с окружающей средой. Рациональный промысел невозможен без учета внутренней структуры природной популяции. Именно популяционный подход является основой использований живых ресурсов. Взаимодействие человека с природой и промысел в том числе, должны опираться на фундаментальные принципы концепции популяционных систем, с учетом структуры популяций (Яблоков, 1987; Алтухов, 1995, 2004).

Бычок-песочник (*Neogobius fluviatilis*, (Pallas, 1814)) – один из основных промысловых видов бычков Азовского моря. Песочник не совершает длительных миграций, что ограничивает степень его панмиксии в пределах акватории Азовского моря. Поэтому возникает необходимость изучить возможную степень вариабельности популяционной структуры этих организмов, в том числе по фенетическим признакам. Изучение структуры популяции с помощью методов фенетики возможно потому, что фенотип – совокупность всех признаков и свойств особи, формирующихся в процессе взаимодействия ее генетической структуры и внешней среды (Яблоков, 1980; Яблоков, Ларина, 1985).

Материалом для исследования послужили пробы бычка-песочника из семи районов Азовского моря (рис. 1).

Пробы бычков отобраны из контрольных уловов Научно-исследовательского института Азовского моря при проведении научно-исследовательских работ в летний период 2008 и 2010 годов. Всего собрано и обработано 226 экземпляров бычка-песочника. Изучали 7 меристических признаков (число лучей в первом спинном плавнике, число ветвистых лучей во втором спинном плавнике, число ветвистых лучей в анальном плавнике, число лучей в грудном плавнике, число лучей в брюшном плавнике, число лучей в хвостовом плавнике, число тычинок на первой жаберной дуге) с применением методов фенетического анализа: показатель сходства популяций (r), критерий идентичности (I), показатель внутрипопуляционного разнообразия (μ), доля редких морф (h) (Животовский, 1982, 1991). Меристические признаки являются более

генетически обусловленными, в отличие от пластических, однако они сравнительно легко изменяются под влиянием таких факторов, как температура и соленость. Поэтому именно их изучению уделяется большое внимание (Кирпичников, 1987).

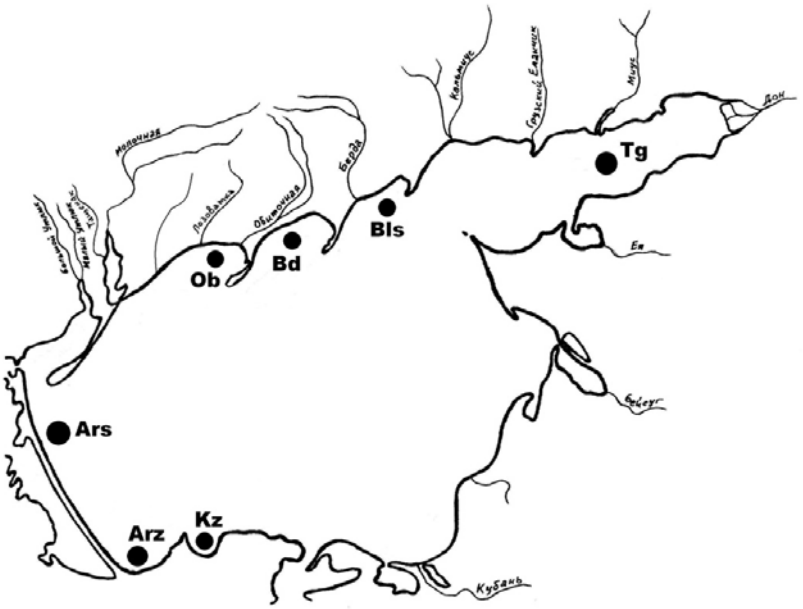


Рисунок 1 - **Карта-схема Азовского моря с обозначениями исследуемых районов.**
Tg – Таганрогский залив, Bls – Белосарайский залив, Bd – Бердянский залив,
Ob – Обиточный залив, Ars – район Арабатской стрелки, Arz – Арабатский залив,
Kz – Казантипский залив

Использованы методы многомерного статистического анализа, выполненные в программном пакете Statistica 6.0.

Применение методов фенетического анализа при изучении популяционной структуры бычка-песочника Азовского моря выявило ее некоторую гетерогенность.

Показатель сходства популяций является мерой попарного сходства. Его можно интерпретировать как частоту общих морф в сравниваемых выборках, так как учитываются только те морфы, которые являются общими для обеих выборок. Чтобы оценить, значимо ли различаются сравниваемые выборки, использован критерий идентичности. Выявлено, что меристические признаки бычка-песочника из семи районов Азовского моря значимо отличаются друг от друга (табл. 1).

Таблица 1 - **Показатели сходства (r) и критерии идентичности (I) меристических признаков бычка-песочника из разных районов Азовского моря***

Районы	**Показатель сходства r**						
	Ob	**Bd**	**Kz**	**Tg**	**Bls**	**Ars**	**Arz**
Ob	X	0,895	0,950	0,902	0,890	0,882	0,927
Bd	66,073	X	0,955	0,935	0,927	0,924	0,922
Kz	42,806	23,745	X	0,913	0,899	0,896	0,926
Tg	54,876	32,242	40,484	X	0,917	0,914	0,920
Bls	68,862	49,664	59,199	54,844	X	0,986	0,980
Ars	69,955	50,214	53,601	53,310	9,420	X	0,962
Arz	39,675	47,195	36,617	48,083	15,964	22,695	X
Критерий идентичности **I**							

*Примечание. Цветом выделены достоверные различия

На рисунке, отображающем кластерный анализ, проведенный по показателям сходства меристических признаков, видно объединение на самом низком уровне бычков из Белосарайского залива и Арабатской стрелки, к которому примыкают бычки из Арабатского залива (рис.2). Отдельно видно объединение рыб из Обиточного и Казантипского заливов, а также рыб из Бердянского и Таганрогского заливов, которые затем объединяются в кластер и примыкают к первой группировке.

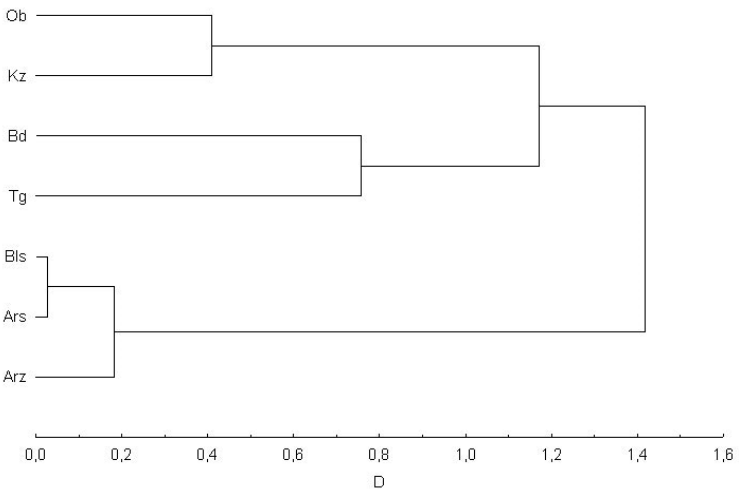


Рисунок 2 - **Дендрограмма сходства по меристическим признакам бычка-песочника из разных районов Азовского моря**

Факторный анализ, выполненный по сходству меристических признаков, показывает, что первая компонента разделяет выборки на три группировки, причем обособляются бычки из Обиточного залива (рис. 3).

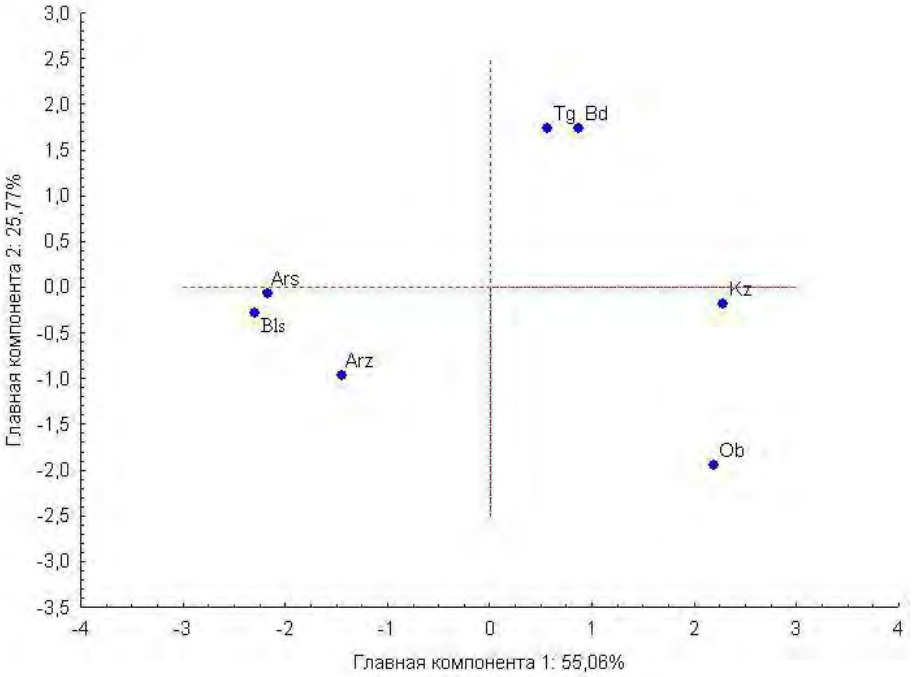


Рисунок 3 - **Распределение в пространстве двух главных компонент по значениям показателя сходства (r) выборок бычка-песочника из разных районов Азовского моря**

Структуру фенетического разнообразия бычка-песочника по меристическим признакам оценивает показатель внутрипопуляционного разнообразия (рис. 4). Здесь среднее число морф (μ) дается на фоне общего числа морф.

Степень фенетического разнообразия оценивается по доле редких морф. Этот показатель дает новую информацию о характере внутрипопуляционного разнообразия (рис. 5). Так, по показателю редких морф наиболее выделяется выборка из Таганрогского залива (здесь наблюдается наибольшее число редко встречающихся морф), чуть меньше выделяется Обиточный залив.

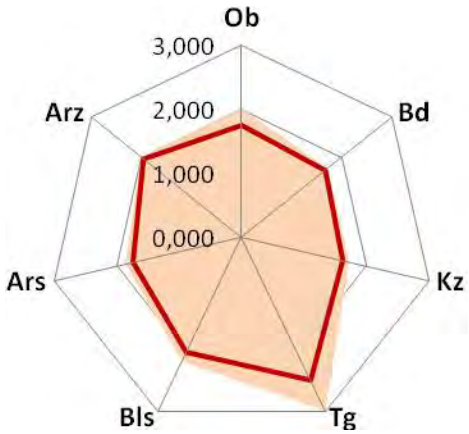


Рисунок 4 - **Структура фенетического разнообразия по меристическим признакам бычка-песочника разных районов Азовского моря**

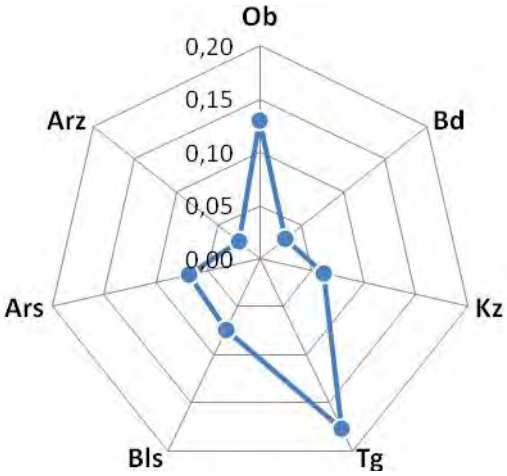


Рисунок 5 - **Степень фенетического разнообразия по меристическим признакам бычка-песочника разных районов Азовского моря**

Структура и степень популяционного разнообразия бычка-песочника по меристическим признакам представлена в таблице 2. Так, наиболее отличаются по среднему числу морф бычки из Таганрогского залива. Бычки из остальных

районов незначимо различаются по этому признаку, т.е. в них относительно одинакова степень разнообразия. У рыб из Таганрогского залива также высока доля редких фенов, по сравнению с другими районами Азовского моря.

Оценка достоверности различий по среднему числу морф в изученных меристических признаках бычка песочника приведена в таблице 3.

Таблица 2 - **Структура (μ) и степень (h) фенетического разнообразия по меристическим признакам изученных выборок бычка-песочника из разных районов Азовского моря**

Район	Среднее число морф μ	Ошибка μ	Доля редких морф h	Ошибка h
Ob	1,740	±0,1014	0,130	±0,0507
Bd	1,662	±0,0434	0,031	±0,0253
Kz	1,609	±0,0417	0,061	±0,0243
Tg	2,467	±0,2085	0,178	±0,0695
Bls	1,985	±0,0749	0,074	±0,0349
Ars	1,730	±0,0603	0,068	±0,0325
Arz	1,949	±0,0475	0,026	±0,0237

Таблица 3 - **Оценка достоверности различий по среднему числу морф (μ) в изученных меристических признаках бычка-песочника из разных районов Азовского моря**

Районы	Фактическое значение критерия Стьюдента, **t**						
	Ob	Bd	Kz	Tg	Bls	Ars	Arz
Ob	X	0,709	1,195	3,135	1,942	0,082	1,863
Bd	2,66	X	0,878	3,780	3,735	0,924	4,461
Kz	2,66	2,66	X	4,035	4,386	1,656	5,374
Tg	2,66	2,66	2,66	X	2,176	3,393	2,423
Bls	2,65	2,65	2,65	2,65	X	2,648	0,409
Ars	2,65	2,65	2,65	2,66	2,64	X	2,845
Arz	2,66	2,66	2,66	2,66	2,65	2,65	X
Табличное значение критерия Стьюдента при 1%-ном уровне надежности							

Видно, что бычки из Таганрогского залива отличаются по среднему числу морф от рыб из остальных районов на достоверном уровне. Оценка различий по доле редких морф не приведена, т.к. во всех случаях наблюдаемые различия не являются достоверными.

Таким образом, обобщая результаты проведенных исследований можно заключить, что бычок-песочник Азовского моря имеет достаточно сложную внутрипопуляционную структуру, связанную, вероятнее всего, с особенностями данного вида. Наиболее отличаются от всех изученных районов бычки

из Таганрогского залива. Действительно, отдаленность его от других районов, а также специфические гидрохимические условия (этот район Азовского моря наиболее распресненный) определяют некоторые отличия рыб из этого района. Распресненность Таганрогского залива, возможно, предопределяет особенности меристических признаков бычков – так, здесь наблюдается наибольшее число редких морф. Сходную группу образуют рыбы из северного района моря, а именно из Белосарайского и Бердянского заливов. Географическая близость этих районов предопределяет фенотипическое сходство бычков.

Тем не менее, исследуя выборки, представляющие разные внутрипопуляционные группировки, практически невозможно выделить признаки, обладающие абсолютной диагностической ценностью. Работая с группировкой, которая представляется вполне однородной, нужно учитывать, что применение новых, более глубоких методик заставит разделить эту группировку на подгруппы.

Литература

Алтухов Ю.П. Генетика популяций и сохранение биоразнообразия / Ю.П. Алтухов // Соросовский образовательный журнал, 1995. – № 1. – С. 32–43.

Алтухов Ю.П. Динамика генофондов при антропогенных воздействиях / Ю.П. Алтухов // Вестник ВОГиС, 2004. – Т. 8. – № 2. – С. 40–59.

Животовский Л.А. Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам / Л.А. Животовский // Фенетика популяций. М.: Наука, 1982. – С.38 –44.

Животовский Л.А. Популяционная биометрия / Л.А. Животовский. – М.: Наука, 1991. – 271 с.

Кирпичников В.С. Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников. – Л.: Наука, 1987. – 520 с.

Прищепа Р.Е. Фенетическая вариабельность популяционной структуры бычка-песочника (*Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814)) Азовского моря.

Яблоков А.В. Введение в фенетику популяций. Новый подход к изучению природных популяций / А.В. Яблоков, Н.И. Ларина. – М.: Высш. школа, 1985. – 158 с.

Яблоков А.В. Популяционная биология: учеб. пособие для биол. спец. вузов / А.В. Яблоков. – М.: Высш. школа, 1987. – 303 с.: ил.

Яблоков А.В. Фенетика / А.В. Яблоков. – М.: Наука, 1980. – 132 с.

ABSTRACT. In this study the phenetic variability of the population structure of the monkey-goby of the Sea of Azov is analyzed. The merestic characters are studied, the phenetic approach to the study of the natural fish populations is applied. The heterogeneity of the in-structure of the population of the monkey-goby of the Sea of Azov is identified. The sample from the Taganrog Bay is the most different. Gobies of Belosarayskaya and Berdyanskaya bays form a similar group.

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ МАРГАНЦА НА ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Ж.А. Проккоева
Уральский научно-исследовательский ветеринарный институт, Екатеринбург,
prakgan@yandex.ru

В Уральском регионе наличие приоритетных токсикантов обусловлено антропогенным влиянием и геохимическими природными данными (например, подземные воды характеризуются повышенным природным содержанием кремния, марганца, железа).

К основным источникам загрязнения окружающей среды региона относят металлургическое производство и производство готовых металлических изделий (Государственный доклад…2014). Вклад крупных металлургических и горно-обогатительных предприятий в общий объем отходов составляет: по добыче железных руд 35,5%, руд цветных металлов – 30,8%.

Водные объекты региона загрязняют все виды экономической деятельности. За последние пять лет сброс загрязненных сточных вод в регионе увеличился на 40,3%. Например, в 2014 г. увеличили сбросы загрязненных сточных вод и выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух в связи с увеличением объемов выпуска товарной продукции такие предприятия как Качканарский ГОК (сброшено 20,33 млн. м³), Северский трубный завод (г. Полевской). В реке Северушке (створ 0,6 км ниже г. Полевской) установлено наибольшее на территории Свердловской области превышение уровня железа и марганца: экстремально высокий уровень загрязнения марганцем составил 622 ПДК (Государственный доклад…2014).

Также источником загрязнения природных водных объектов является неорганизованный сток с территорий городов, населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных объектов. Остается неблагополучным состояние малых рек, например, высок уровень загрязнения воды реки Исеть (г. Екатеринбург), где среднегодовое содержание нитритного азота, нефтепродуктов, соединений меди и марганца превышают ПДК в десятки раз (Государственный доклад…2008).

Распространенными загрязнителями, поступающими со сточными водами в поверхностные водные объекты, являются: взвешенные вещества, соединения железа общего, меди, марганца, остаточный алюминий, цинк и никель и многие другие. Загрязнение тяжелыми металлами приобрело глобальный характер, они сохраняются в водной среде длительное время, и посредством алиментарного поступления гидробионтам способны оказывать патологическое действие на организмы рыб. Актуальна и проблема закисления вод, когда токсические эффекты металлов резко возрастают.

Токсикозы рыб наносят значительный ущерб рыбохозяйственной отрасли (Аршаница Н.М. и др., 2006). Поступление загрязняющих веществ приводит к ухудшению качества природных вод как среды обитания рыб, условий их нагула и нереста. Снижается эффективность естественного воспроизводства, рыбопродуктивность, падают уловы ценных видов рыб. В случае, если сточные воды подкисляют (pH<4) водоемы, состояние рыб усугубляется: травмируются внешние покровы, снижаются товарные качества, у рыб появляются признаки различных заболеваний по причине ослабления естественной резистентности (иммуносупрессивное действием металлов).

Водоемы Уральского региона теряют рыбохозяйственное значение. С 2010 г. объем вылова водных биоресурсов в Свердловской области уменьшился: квота промыслового лова по всем водоемам региона использована только на 13,5% (Государственный доклад…2014). Снизилась численность и размеры крупных хищных рыб, нарушился количественный и качественный состав ихтиофауны.

Рыбы являются обязательным объектом исследований водной экосистемы как биоиндикаторы уровня загрязнения водоемов. Токсичность действия компонентов геохимически неблагоприятной среды ярко проявляется у мальков и личинок, - чем меньше возраст, размеры поверхности тела, чем больше контакт с водной средой, тем больше концентрация токсических веществ в организме, и клинически проявляются патологии (токсичная доза марганца для годовиков карпа – 600 мг/л). Для исследований применяют методы клинические, патоморфологические, гистологические и биохимические, химические.

Длительное воздействие тяжёлых металлов на организм рыб способствует развитию у них кумулятивного политоксикоза (Аршаница Н.М. и др., 2006). Наиболее часто встречаются нарушения, которые проявляются в виде мышечных судорог, ненормального развития плавников, волнообразного искривления позвоночника или рёбер, срастания позвонков, изменений в их количестве и строении (Аршавский Д.С., 1985).

Наиболее интенсивно в организмах кумулируются эссенциальные «подвижные» формы минеральных элементов с активной миграцией в водной среде. К таким элементам относится марганец, который входит в список устойчивых загрязняющих веществ водных объектов Уральского региона (Государственный доклад… 2014).

При биогеохимическом исследовании учитывают концентрацию марганца в природной воде исходя из требования СанПиН 2.1.4.1074-01 (0,1 мг/л). ПДКрбхз марганца (в рыбохозяйственном водоёме) более жесткая 10 мкг/л. По факту, в реке Исеть в районах, где не запрещён вылов рыбы, концентрация марганца составляет ПДКсс 0,599±0,501 мг/л (среднесуточное ПДК), а в сильнозагрязненных участках реки - до 45,6 ПДК (данные за 2х-летний период) (Государственный доклад…2008, 2014).

Марганец в открытых реках и озерах обычно в виде сульфата $MnSO_4$. Концентрация элемента в воде зависит от времени года: меньше летом, больше

зимой, когда мало кислорода. При увеличении седиментации снижается концентрация марганца и железа в 1,8 раза. Отмечают поступление металлов из донных отложений при 40% насыщении воды кислородом. В донных отложениях марганца может содержаться 760-1500 мг/кг, в почвах - в 5-10 раз больше. В донных отложениях элемента больше, чем в зообентосе (например, в брюхоногих моллюсках - 166,68 мг/г). Предполагают, что дефицит кислорода на границе вода-дно приводит к восстановлению марганца из донных отложения и увеличению его проникающей способности в организм (Моисеенко Т.И., 2009).

Марганец встречается в любой биологической системе во II-III-степени окисления. Это активный биогенный микроэлемент, необходимый для метаболизма и формирования тканей организма. От обеспеченности марганцем зависит:

1) воспроизводство (эмбриональное и постэмбриональное развитие; способствует созреванию половых продуктов, у самки его всегда больше, чем у самца, при нересте происходит значительная потеря элемента);

2) структура нервной ткани и костной системы (способствует восстановлению костной и хрящевой тканей);

3) утилизация глюкозы (участвует в окислительном фосфорилировании, входит в состав СОД и др. ферментов) и процессы гликолиз;

4) процессы кроветворения (эритропоэз и образование гемоглобина – марганец входит в состав эритроцитов).

Марганец обладает липотропным и антиоксидантным эффектами. Биологический орган-барьер в организме рыбы – это жабры и печень (коэффициент биологического поглощения $2 \cdot 10^8$). Марганец обнаруживается в митохондриях клеток печени, селезенки, кардиомиоцитов (табл. 1). Выводится элемент с секретами, калом, меньше – мочой.

Таблица 1 - **Содержание марганца в органах и тканях карпа (естественно живущего)**

мышцы	*0,71 - 0,94 мг/г.*
гонады	*10,18 мг/г.*
костная ткань	*1,84 – 3,51 мг/г. (больше весной)*

Марганец взаимодействует с цинком и другими металлами, участвует в фосфорно-кальциевом обмене, присутствие марганца снижает токсичность меди и алюминия. К патологиям, вызываемым дефицитом или недостатком марганца, относятся указанные в таблице 2 (Войнар А.О., 1953; Ермаков В.В. и др., 2008).

Таблица 2 - **Дефицит или избыток минеральных веществ**

Избыточное содержание марганца	Нарушение соотношения с железом, ограниченное поглощение железа; усугубляется йод-дефицит; развитие заболеваний костной системы («марганцевый рахит»)
Дефицит марганца	Снижение скорости роста, «карликовая короткотелость», катаракты, высокая смертность, снижение содержания марганца в костях, низкий выклев из икры, ненормальное развитие хвостового плавника
Дефицит марганца, фосфора, кальция, магния, цинка	Искривление и деформация позвоночника, ребер, укорочение тела, слабая минерализация костей
Дефицит марганца, селена, цинка, меди	Жировое перерождение печени, анемия, мышечная дистрофия, эксудативный диатез
Дефицит марганца, цинка	Катаракта, некроз плавников
При недостаточности цинка, меди, йода, кобальта	Низкое содержание подвижного марганца
Большие дозы кальция и фосфора	Задерживают всасывание марганца
Повышение концентрации алюминия	При уменьшении концентрации марганца – развитие артритов
Снижение концентрации свинца, никеля, меди	Повышение концентрации марганца в тканях

В Уральском научно-исследовательском ветеринарном институте в рамках эколого-биологического мониторинга проводились исследования элементного состава органов и тканей различных видов пресноводных рыб, выловленных из местных водоёмов. Объектом для исследований служили: щука, карп зеркальный, карась, лещ, плотва, судак, окунь, ёрш Состояние рыб оценивали по клиническим и патоморфологическим изменениям (Аршаница Н.М. и др., 2006; Лукин А.А. и др., 2004; Моисеенко Т.И., 2009), которые характеризовали степень пораженности рыбы. Образцы мышечной, жаберной и костной тканей, чешуи были приготовлены стандартными методами. Концентрацию тяжелых металлов устанавливали методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (АА-6800 фирмы "Shimadzu").

Ряд патологических изменений – повреждения жаберной ткани, паренхиматозных органов, кишечника, - были зарегистрированы у рыб из всех водоемов. У 20% особей (обитатели Северского пруда-отстойника трубного завода) обнаружены деформации скелета, головы, искривления ребер, отсутствие плавника, что свидетельствует о постоянном загрязнении водоема токсикантами. Паразитических червей, обнаруживаемых визуально, не зарегистрировано. У рыб хищников и по возрасту старше такие патологоанатомические изменения как сосудистые реакции и перерождения паренхиматозных органов были более выражены (щука, лещ, плотва, окунь, судак).

Химико-аналитические исследования показали, что кости рыб содержат высокие концентрации марганца. Мышечная ткань содержит концентрацию среднего уровня, у чешуи самые низкие концентрации. Пробы жаберной и костной

ткани щуки из Северского пруда показали повышенные количества тяжелых металлов, что согласуется с данными проб от жертв этого вида рыб.

Гистологическое исследование рыб отражает особенности влияния определенных веществ. В нашем исследовании обработка материала проводилась согласно общепринятой методике (применяли жидкость Буэна, целлоидин-касторовое масло, парафин, гематоксилин и эозин).

1. Сердце. Переполнено кровью, отечно. Сердечные мышцы истончены. Местами не просматривается их поперечная исчерченность. Ядра отдельных мышечных волокон подвергаются пикнозу, их цитоплазма распадается на глыбки.

2. Селезенка. Переполнена кровью. В строме органа видны крупные скопления эозинофильных клеток в разной степени распада.

3. Печень. Гиперемия, очаговые кровоизлияния. В цитоплазме гепатоцитов наблюдается большое количество жировых включений, так что от клеток остается лишь сеточка цитоплазмы вокруг ядра. Вблизи крупных кровеносных сосудов и желчных протоков вокруг островков поджелудочной железы видны крупные скопления эозинофильных клеток в разной степени распада. В таких участках цитоплазма гепатоцитов заполнена крупными желтоватыми глыбками, пикнотичные ядра смещены к краям клеток.

4. Почка. Ткань орган плотная. Наблюдаются разлитые застарелые кровоизлияния и стаз лимфатических сосудов. Просвет извитых канальцев сужен, цитоплазма эпителия мелкозернистая. Отмечено большое количество скоплений эозинофильных клеток в разной степени распада. Собирательные трубочки расширены, внутри видны эпителиальные клетки и лейкоциты. В сосудистых клубочках выявляются деформированные раздутые петли капилляров, лишенные элементов крови.

5. Кишечник. Мышечная оболочка истончена и гиперемирован. Слизистая полнокровная, цитоплазма эпителиальных клеток зернистая.

6. Мозг. Гиперемия. Видны кровоизлияния под оболочку органа и точечные кровоизлияния в мозг.

7. Жабры. Лепестки и лепесточки заполнены кровью. Респираторный эпителий уплощенный, в отдельных участках набухший. Встречаются срастания 2-3 лепесточков за счет гиперплазии клеточного материала.

Таким образом, наблюдается выраженное расстройство гемодинамики, что ведет к застойному венозному полнокровию их внутренних органов и сопровождается кровоизлияниями, лимфостазами, дистрофическими и некротическими изменениями в паренхиматозных органах, охватывающими более 30% их тканей (жировая и белковая дистрофии печени, зернистая дистрофия почечных канальцев и др.).

Для определения доли влияния именно марганца необходимо проводить комплексное химико-аналитическое исследование всех элементов по причине его активного взаимодействия с другими металлами.

Выводы. Полученный нами материал выявляет такие особенности влияния избыточного содержания марганца на патоморфологическое состояние рыб как:

1. Способность элемента кумулироваться преимущественно в жаберной и костной тканях, отражая тем самым уровень загрязнения водоема;
2. Рыбы, обитающие в придонных слоях, где наблюдается дефицит кислорода, малопроточных водоемов в большей степени накапливают марганец;
3. Зависимость накопления марганца в организме от особенностей питания и высокой концентрации его в воде свойственна только хищникам;
4. Наряду с патологоанатомическим методом оценки состояния рыб был использован патоморфологический (гистологический) метод, который показал нарушение гемодинамики исследованных тканей и дистрофические изменения паренхиматозных органов;
5. При максимальном загрязнении водоема марганцем нарушается развитие костной системы гидробионтов.

Литература

Аршаница Н.М., Перевозников М.А. Токсикозы рыб с основами патологии. : Справ. книга / Гл. ред. Д. И. Иванов – СПб. : ГосНИОРХ, 2006. – 179 с.

Аршавский Д.С. Содержание цинка, марганца и меди в теле молоди карпа, выращенной на корме Эквизо // Тезисы доклада VI Всесоюз. конф. по экол. физиол. и биохимии рыб – Вильнюс : Ин-т зоологии и паразитологии, 1985. – С. 453-454.

Войнар А.О. Биологическая роль микроэлементовв организме животных и человека – М. : Советская наука, 1953. - 493 С.

Ермаков В.В., Тютиков С.Ф. Геохимическая экология животных - Ин-т геохимии и анал.химии им. В.И. Вернадского РАН. - М. : Наука, 2008. – 315 с.

Лукин А.А., Шарова Ю.Н. Оценка качества вод на основе гистологических исследований (на примере оз.Кенозеро) // Водные ресурсы, ж-л - № 4, 2004.

Моисеенко Т.И. Водная экотоксикология : Теоретические и прикладные аспекты / Ин-т водных проблем РАН – М. : Наука, 2009. – 400 с.

О состоянии окружающей среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения Свердловской области в 2008 году / Государственный доклад. - Екатеринбург : Изд-во Уральского Университета, 2009. – 354 с.

О состоянии окружающей среды Свердловской области / Государственный доклад. – Екатеринбург, 2014.

ABSTRACT. Studies of freshwater fish Ural region performed in the framework of ecological and biological monitoring. The region contaminated by heavy metals, manganese. It is found that toxic-degenerative the changes in the structure of the body and internal organs have the fish. The maximum concentration of manganese is defined in gill tissue and bone.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРОМЫСЛОВОГО СТАДА СЕЛЬДИ-ЧЕРНОСПИНКИ *ALOSA KESSLERI KESSLERI* GRIMM,1887 И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЕЁ ВОСПРОИЗВОДСТВА В Р. ВОЛГЕ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД (2010-2014 гг.)

О.В. Пятикопова[1], Т.В. Войнова[1], В.М. Распопов[2]
[1]Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Астрахань
[2]Астраханский государственный технический университет, Астрахань
kaspiy-info@mail.ru

Введение

Проходная сельдь Каспия в настоящее время сохранилась единственным подвидом - сельдью-черноспинкой, другой подвид - волжская многотычинковая сельдь - исчез в 70-е годы прошлого столетия (Водовская, 2001).

До строительства плотин на р. Волге размножение проходной сельди-черноспинки происходило на обширной акватории: от авандельты до г. Самары (г. Куйбышев) и выше до устья реки Камы. После зарегулирования волжского стока, оно проходило на ограниченной территории до плотины Волгоградской ГЭС. Ориентировочная площадь нерестилищ составляет 3000 га. В этот период основной ее нерест протекал на участке р. Волги от с. Черный Яр до с. Светлый Яр (285-430 км выше г. Астрахани), куда доходят 75-80% производителей, а также в водотоках Волго-Ахтубинской поймы (20-25% производителей) (Водовская, 2001).

Резкое снижение запаса проходной сельди-черноспинки началось после сокращения ее нерестового ареала в результате зарегулирования р. Волги. Потеря основной части нерестилищ отразилась на эффективности ее естественного воспроизводства. Изменились пути миграций и места скоплений производителей, идущих на нерест, уменьшились зоны откорма молоди, снизилась выживаемость и численность новых поколений.

В начале 2000-х годов, в связи с сокращением численности производителей, резко снизилась эффективность ее естественного воспроизводства. Ограничение промышленного лова сельди-черноспинки в 2001-2005 гг., с целью пропуска производителей к местам нереста, способствовало постепенному восстановлению нерестового запаса данного вида.

Начиная с 2006 г. абсолютная численность личинок этого вида, мигрирующих через нижнюю нерестовую зону р. Волги в море, возросла с 4,45 до 32,31 млрд экз. в 2013 г., но осталавась низкой (в 1,8 раза), по сравнению с численностью молоди в 1990-1999 гг., промысловоый возврат с 2006 г. вырос в 7,5 раз, что свидетельствует о наметившейся тенденции повышения эффективности естественного воспроизводства, но в целом состояние ее нерестового стада оценивается, как неудовлетворительное (Пятикопова, 2013).

По сравнению с другими проходными рыбами, данный вид находится в неблагоприятном положении, так как применение искусственного рыборазведения к этому виду не дает нужного эффекта вследствие порционности созревания половых продуктов (Сомова, 1940). По этой причине пока не разработан метод сохранения и увеличения стада сельди-черноспинки, основные мероприятия должны быть направлены на создание благоприятных условий для ее естественного воспроизводства: оптимального нереста, развития икры, личинок и молоди.

Наши исследования были направлены на оценку состояния промыслового стада сельди-черноспинки в современный период и эффективности ее естественного воспроизводства.

Материал и методики

Для изучения нерестовой миграции и биологических показателей производителей сельди-черноспинки в дельте р. Волги (вершиной дельты принято считать место ответвления от р. Волги рукава р. Бузан) в 2010–2014 гг. были проведены наблюдения на тоневых участках Главного банка, Белинского банка и тоне «Балчуг», расположенной выше г. Астрахани. В работе использовались материалы Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства.

Наблюдения за скатом молоди проводились по системе суточных станций (Павлов,1979; Инструкция, 2011) на стационарном учетном створе, расположенном в нижней нерестовой зоне р. Волги у с. Замьяны (о. Гусиный), с начала июня до конца августа.

Пробы отбирались с применением ИКС - 80, на 5 вертикалях в 3-х горизонтах воды (поверхность, толща, дно), в дневное (12^{00}) и ночное время (23^{00}) суток. В процессе камеральной обработки устанавливали этапы развития, длину и среднюю массу личинок (Коблицкая, 1981; Сушкина, 1940). Для оценки эффективности нереста применялись показатели количества скатившихся личинок (экз.) и среднего расхода воды в период наблюдения ($м^3$) (Фомичев, Тарадина, 2006).

Результаты и обсуждение

1. Возрастной состав и размерно-весовые показатели производителей сельди-черноспинки участвующих в нересте в разные годы

За 1963-1984 гг. основную часть производителей сельди-черноспинки (от 87 до 99,7%) составляли трех-, четырех- и пятигодовики. Средний возраст их изменялся от 4,0 до 4,7 года. Основная доля их была представлена в основном рыбами, впервые идущими на икрометание. В этот период их доля колебалась от 56 до 93,9%, а в среднем составляла 68,5%. Производители, пришедшие на нерест второй раз, составляли 26,6%. В третий раз нерестилось немного особей - 4,4% и очень редко встречались рыбы, пришедшие на икрометание в четвертый и пятый раз. Основную часть (до 86%) производителей сельди-черноспинки составляли особи массой 350-600 г и длиной от 29 до 37 см (Водовская, 1989).

За период наблюдений 1963-1984 гг. средние показатели длины составили 34,8 см, массы - 0,553 г, возраст - 4,45 лет (табл. 1).

Таблица 1 **- Средняя длина и масса рыб в нерестовом стаде сельди-черноспинки в разные годы**

Год	Длина, см	Масса, г	Возраст, %						Средний возраст, лет
			3	4	5	6	7	8	
Ср. 1963-1984	***34,8***	***0,553***	***9,7***	***49,2***	***32,0***	***7,8***	***1,02***	***0,2***	***4,45***
2010	33,0	0,412	25,8	47,5	16,3	8,8	0,8	0,8	4,4
2011	32,5	0,371	20,5	35,4	29,5	10,6	3,5	0,5	4,4
2012	32,3	0,359	26,5	28,6	23,4	15,1	5,2	1,2	4,3
2013	31,1	0,343	26,2	30,6	31,5	7,0	3,8	0,9	4,3
2014	29,7	0,301	31,4	26,4	22,9	13,0	5,7	0,6	4,3
Ср. 2010-2014	***31,72***	***0,358***	***26,08***	***33,7***	***24,72***	***10,9***	***3,8***	***0,8***	***4,3***

В период с 2010 по 2014 гг. в уловах встречались особи 3–8 лет. Основную долю производителей сельди-черноспинки составляли рыбы в возрасте 3–5 лет, реже встречались шестилетки, семилетки и восьмилетки. Средний возраст составлял 4,3 года.

Отмечалось увеличение доли 3-леток, среднее значение которых было выше в 2,6 раза, по сравнению со средним значением 1963-1984 гг. (Войнова, 2013). Снизилась доля 4-х и 5-леток, в 1,5-1,3 раза соответственно. С 2011 г. возросла доля старших возрастных групп в улове (6–7-летних особей), что свидетельствовало о восстановительных процессах в популяции и о слабом промысловом использовании нерестового стада (табл. 1). В 2012 г. доля 6-летних особей возросла в 1,7 раза по сравнению с 2010 г., а 7-летних особей - в 6,5 раза. Но, не смотря на рост доли производителей старших возрастных групп, в этот период наблюдается снижение средних линейно-массовых показателей нерестовой части популяции. Так, относительно показателей 1963-1984 гг., значение длины снизилось в 1,1 раза, а массы - в 1,5 раза. Это объясняется увеличением доли впервые нерестующих особей (3-х леток).

2. Плодовитость

Сельдь-черноспинка - одна из плодовитых каспийских сельдей рода Alosa. Абсолютная плодовитость варьировала от 53 до 344 тыс. икринок. Количество икринок, выметанных одной самкой за один нерестовый сезон, в среднем за период с 1963-1984 гг. составляло 190,5 тыс. икринок (Водовская, 1984). Такая высокая плодовитость характерна для видов с высокой смертностью в раннем онтогенезе. За последние пять лет (2010-2014 гг.) этот показатель не превышал значение 148,7 тыс. икринок, что в 1,3 раза ниже, по сравнению с 1963-1984 гг. (табл. 2).

Таблица 2 - **Плодовитость сельди-черноспинки**

Год	1963-1984	2010	2011	2012	2013	2014	Ср. 2010-2014
Плодовитость, тыс. шт	190,5	131,8	148,2	148,5	148,7	132,2	141,88

Среднее значение индивидуальной плодовитости за 2010-2014 гг. так же остается низким, по сравнению с 1963-1984 гг.

3. Эффективность естественного воспроизводства

С 2010 г. наблюдается увеличение количества самок сельди-черноспинки, идущих на нерест в р. Волгу. В 2014 г. их численность увеличилась в 2 раза, соответственно возросла и популяционная плодовитость. Численность поколений в эти годы изменилась. Она возросла с 21,14 млрд. экз. (2010 г.) до - 33,6 млрд. экз. (2013 г.). В 2014 г., не смотря на увеличение доли самок в промысловом стаде, численность поколения этого года составила 28,6 млрд. экз. (табл. 3).

Таблица 3 - **Оценка эффективности воспроизводства популяции сельди-черноспинки**

Год	Численность самок, тыс.	Популяционная плодовитость, шт.	Численность молоди, млрд экз.	Коэффициент выживаемости от икры, %
2010	1312,5	$172{,}9\text{-}10^9$	21,1	12,2
2011	1516,1	$224{,}7\text{-}10^9$	28,8	12,8
2012	1777,3	$263{,}9\text{-}10^9$	32,3	12,2
2013	1901,1	$282{,}7\text{-}10^9$	33,6	11,9
2014	2675,6	$353{,}7\text{-}10^9$	28,6	8,1
Ср. 2010-2014	1836,52	$259{,}58\text{-}10^9$	28,9	11,44

Коэффициент выживаемости рыб от икры с 2010 по 2013 гг. оставался на уровне 12%. В 2014 г., со снижением индивидуальной плодовитости до 132,2 тыс. шт., он снизился до 8%.

Низкая выживаемость развивающейся икры компенсируется большой плодовитостью самок, величина которой является видовым признаком, отражающим экологию размножения вида.

4. Периоды развития молоди сельди-черноспинки в период покатной миграции

Молодь сельди-черноспинки, учтенная в период покатной миграции в 2010-2014 гг., была разделена согласно классификации на 4 группы (Сушкина,1940). Основную долю среди скатывающейся молоди, в период с 2010 по 2013 гг., составляли ранние личинки от 5 до 15 суток. Предличинок (от 1 до 5 суток) было

меньше в 2-3 раза, при этом в 2014 г. их количество увеличивается. Поздние личинки в период развития 15-25 суток и ранняя молодь - 25-35 суток, в период покатной миграции встречаются реже (табл. 4).

Таблица 4 - **Возрастной состав скатывающихся личинок сельди-черноспинки за период наблюдения (%)**

Год	I (Предличинки)	II (Ранние личинки)	III (Поздние личинки)	IV (Ранняя молодь)
2010	29,50	69,80	0,67	0,03
2011	32,49	67,49	0,01	0,01
2012	35,00	65,00	0	0
2013	27,40	72,40	0,20	0
2014	53,20	46,60	0,10	0,10

Наблюдения показывают, что уже в течение многих лет наблюдается русловой скат молоди на ранних этапах развития, поскольку нерест производителей проходит в основном в нижней зоне нерестилищ р. Волги (Пятикопова, 2012).

Неудовлетворительный гидрологический режим р. Волги привел к тому, что стало меньше образовываться участков, где бы мигрирующие личинки могли задержаться и подрасти до жизнестойкой стадии, как это было в до зарегулированный период.

Выводы

Нерестовая популяция сельди-черноспинки состоит из 3-8-летних особей. После зарегулирования волжского стока (1963-1984 гг.) основу составляли рыбы в возрасте 3-5 лет. В период с 2010-2014 гг. наблюдалось увеличение доли 3-х леток, что привело к снижению средних линейно-весовых характеристик производителей. Колебания показателей длины и массы рыб в нерестовой популяции зависят от численности поколений, и являются следствием воздействия антропогенных факторов и ухудшения условий морского периода жизни.

Рост численности самок в промысловом стаде сельди-черноспинки привел к увеличению популяционной плодовитости. При этом индивидуальная плодовитость снизилась.

Основную долю среди покатной молоди составляли ранние личинки. В отдельные годы наблюдалось повышение доли предличинок, выживаемость которых крайне низкая. Это является следствием сокращения трассы покатной миграции молоди из реки в море в после зарегулированный период. Личинки в этом возрасте наиболее чувствительны к любым изменениям в окружающей среде (механическим воздействиям, колебаниям температуры, солености), что негативно сказывается на выживаемости в период их покатной миграции.

Литература

Водовская В.В. Проходная сельдь-черноспинка // Каспийское море. Ихтиофауна и промысловые ресурсы. М.: Наука, 1989. С. 107-112.

Водовская В.В. Экологические аспекты биологии проходной сельди Каспия. Астрахань: Изд-во КаспНИРХа, 2001. 74 с.

Водовская В.В. Экология каспийской проходной сельди на нижней Волге в современных условиях гидрологического режима: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М.: ВНИРО, 1984. 24 с.

Войнова Т.В. Динамика уловов и биологические показатели сельди-черноспинки в Волго-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне в современных условиях (река Волга и ее водотоки). Астрахань: Вестник АГТУ. Серия Рыбное хозяйство. 2013. № 3. С. 25-29.

Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. Астрахань: КаспНИРХ, 2011. С. 26-38, 83-87.

Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. М.: Наука, 1981. 208 с.

Павлов Д.С. Биологические основы управления поведением рыб в потоке воды. М.: Наука, 1979. 319 с.

Пятикопова О.В., Чавычалова Н.И., Власенко С.А., Фомин С.С. Особенности естественного воспроизводства проходной сельди-черноспинки в условиях современного гидрологического режима р. Волги // Бассейн Волги в XXI-м веке: структура и функционирование экосистем водохранилищ: материалы Всеросийской конференции (Борок, 22-25 октября 2012 г.). Борок: Институт биологии внутренних вод И.Д. Папанина, 2012. С. 231-233.

Пятикопова О.В., Фомин С.С., Дедикова Т.Н. Оценка естественного воспроизводства проходной сельди-черноспинки **(**Alosa kessleri kessleri (Grimm, 1887**))** в 2006-2012 гг. // Наука и образование в жизни современного общества: материалы Международ. заоч. научно-практич. конф. (Тамбов, 29 ноября 2013 г.). Тамбов: Изд. ТРОО «Бизнес – Наука – Общество», 2013. С. 136-137.

Сомова С.Г. Развитие сельди-черноспинки Caspialosa kesleri Gr. // Труды ВНИРО. 1940. Т. XIV. Материалы по биологии сельдей Северного Каспия. С. 149-209.

Сушкина А.П. Питание личинок проходных сельдей в р. Волге // Труды Всесоюзного НИИ Морского Рыбного Хозяйства и Океанографии. 1940. Т. XIV. С. 171-208.

Фомичев О.А., Тарадина Д.Г. Оценка численности покатной молоди полупроходных и речных рыб в водоемах дельты Волги // Современное состояние и пути совершенствования научных исследований в Каспийском бассейне: мат. междунар. конф. (Астрахань, 16-18 мая 2006 г.). Астрахань: КаспНИРХ, 2006. С. 233-236.

ABSTRACT. The work presents the materials (2010-2014) on the size-weight indicators of spawners of a herring-black-backed-shad, their age composition, the absolutely and individual fertility. The article gives the assessment of the effectiveness of the reproduction of population and the coefficient of the survivability from eggs.

ПИТАНИЕ МОЛОДИ ЛЕЩА *ABRAMIS BRAMA* LINNAEUS, 1758 В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ В 2015 г.

С.В. Расторгуева
Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (КаспНИРХ), Астрахань, sveta30031970@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

Лещ (Abramis brama L.) - бентосоядный представитель ихтиофауны Северного Каспия, являющийся ценным промысловым видом. Активно осваивает мелководную акваторию данного бассейна глубиной до 6 м, придерживаясь солёности до $9{,}0^0/_{00}$. Наибольшие концентрации как сеголетков, так и годовиков отмечаются до 4 метровой изобаты, с соленостью до $4^0/_{00}$ (Каспийское море: Ихтиофауна…, 1989). Популяция леща формируется под воздействием как природно-климатических, так и антропогенных факторов. Трофологичекие показатели молоди этого вида рыб напрямую отражают состояние всего северокаспийского стада.

Цель работы: оценка трофологического состояния молоди леща (годовики и сеголетки) в западной части Северного Каспия в 2015 г.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Основой для работы послужили исследования по питанию молоди леща в 2015 г. в западной части Северного Каспия. Материал собирался в июне (годовики) и сентябре (сеголетки) на глубинах до 6 метровой изобаты. Обработка материала проходила в лабораторных условиях согласно общепринятой методике (Методическое пособие…, 1974). В анализе присутствовали особи длиной до 10,0 см. Всего было обработано 369 экз. молоди.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Спектр питания годовиков леща летом был широким и насчитывал 21 компонент. Основой рациона являлись ракообразные, из них наиболее активно избирались представители рода Cladocera (24,8% по массе) и ракушковый рачок Ostracoda (8,3%). Второе место по потреблению принадлежало хирономидам (рис. 1).

Также в пищевых комках леща отмечались черви, моллюски, гидроидный полип, насекомые, рыбный корм и растительность. Доля рыб с пустыми кишечниками составила 13,9% от общего количества материала.

Наибольшее количество рыб было выловлено на глубинах от 3,1 до 5,0 м. На глубине до 2,0 м в питании превалировали ракообразные. Интенсивное потребление ракообразных отмечалось также на глубинах свыше 4,0 м.

Хирономиды являлись основным пищевым объектом в зоне глубин от 2,1 до 4,0 м, с увеличением глубины их содержание снижалось (рис. 2).

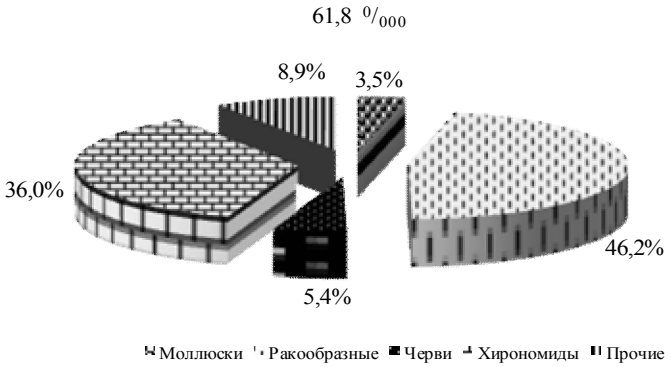


Рисунок 1 **– Спектр питания годовиков леща в западной части Северного Каспия летом 2015 г.**

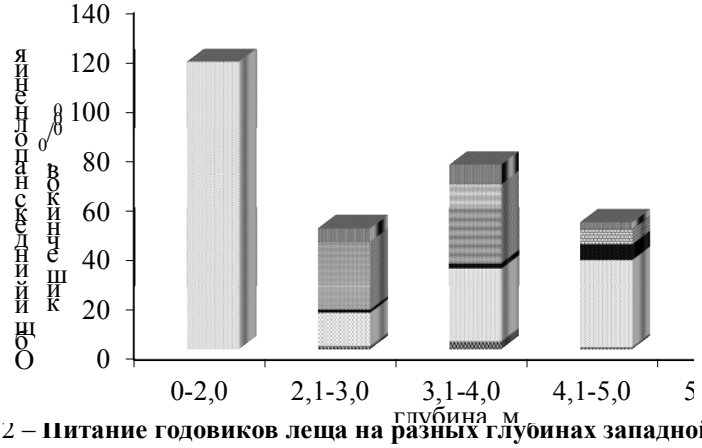


Рисунок 2 – **Питание годовиков леща на разных глубинах западной части Северного Каспия летом 2015 г.**

Рассматривая питание годовиков леща в различных районах Северного Каспия можно отметить, что наиболее продуктивным пастбищем нагула являлся Западный район (Каспийское море: фауна…, 1985), где в питании годовиков леща доминировали хирономиды (61,9%), второстепенной пищей являлись ракообразные (19,3%). Общий показатель накормленности находился на уровне 75,3‰.

В Центральном районе (как в западной, так и в восточной его частях) годовики леща активно питались ракообразными (71,6%), среди которых

превалировали представители рода Cladocera (41,8%). Остальные компоненты пищевого комка молоди являлись дополнительным кормом.

Общий индекс наполнения кишечников составил $52,8^{0}/_{000}$, что в 1,4 раза ниже показателя Западного района (рис. 3).

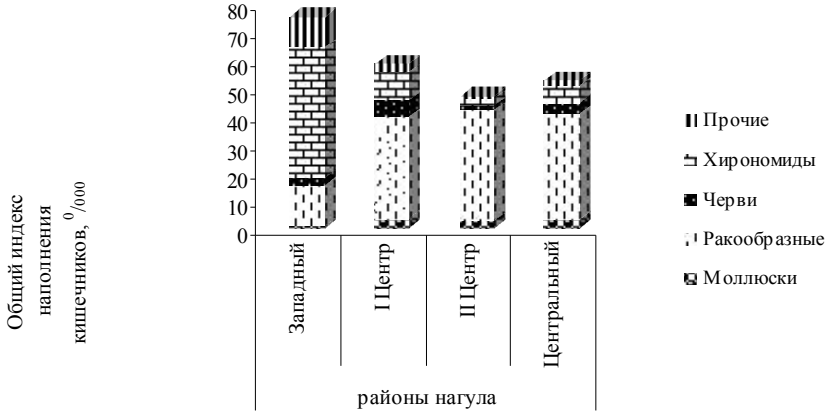


Рисунок 3 – **Питание годовиков леща в разных районах Северного Каспия летом 2015 г.**

Таким образом, в летний период годовики леща активно избирали хирономид и ракообразных. Общий индекс наполнения кишечников составил $61,8^{0}/_{000}$.

Исследования сеголетков леща осенью 2015 г. показали, что его спектр питания насчитывал 17 компонентов. Первостепенной пищей являлись ракообразные, из них основной процент потребления приходился на ракушкового рачка - Ostracoda (35,8%). Существенным дополнением являлись моллюски, среди которых доминировал средиземноморский вселенец Abra ovata (22,7%). Черви были представлены полихетами Hediste diversicolor и Ampharetidae sp., составив в сумме 15,5%. Кроме животных компонентов в незначительном количестве отмечались растительность и грунт (рис. 4).

На долю рыб с пустыми пищеварительными трактами приходилось 21,6%.

Наибольшее количество особей было выловлено на глубинах от 2,1 до 5,0 м. Практически повсеместно главным кормом служили ракообразные. На мелководной акватории (до 2,0 м) у малочисленной группы сеголетков отмечался самый низкий показатель накормленности, доля особей с пустыми кишечниками превышала 50%. С удалением от берега (2,1-3,0 м) спектр питания значительно расширялся, из доминирующей группы наиболее активно потреблялись ветвистоусые, ракушковые и веслоногие раки. Дополнительным кормом являлись моллюски и хирономиды. С увеличением глубины роль последних снижалась,

при этом возрастало содержание моллюсков и червей, показатели накормленности находились на высоком уровне, достигая максимума на глубине 6,1-7,0 м (рис. 5).

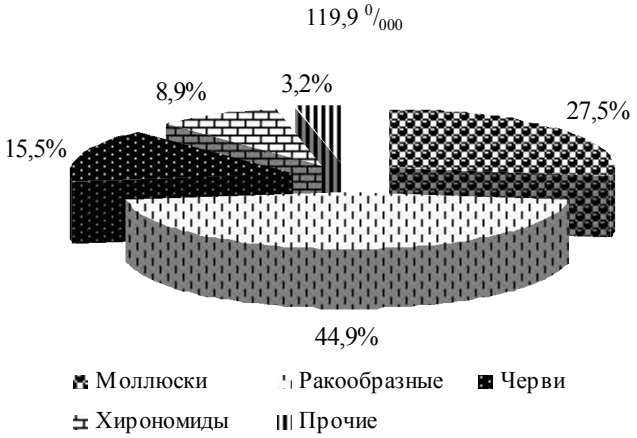


Рисунок 4 – **Спектр питания сеголетков леща в западной части Северного Каспия осенью 2015 г.**

Рисунок 5 - **Питание сеголетков леща в западной части Северного Каспия осенью 2015 г.**

Высокая интенсивность питания сохранялась во всех районах нагула. В качественном отношении состав пищевых компонентов оставался идентичным, при этом в Центральном районе отмечено наибольшее потребление ракообразных, моллюсков и хирономид. Общий индекс наполнения кишечников достигал $136,4^0/_{000}$, что несколько выше показателя Западного района – $115,9^0/_{000}$ (рис. 6).

Основываясь на многолетних исследованиях, проведенных в 2008-2011 гг. (Степанова, 2012), в 2015 г. спектр питания молоди леща, как в качественном, так и в количественном отношении, не претерпел значительных изменений. Первостепенной пищей по-прежнему остаются излюбленные кормовые организмы.

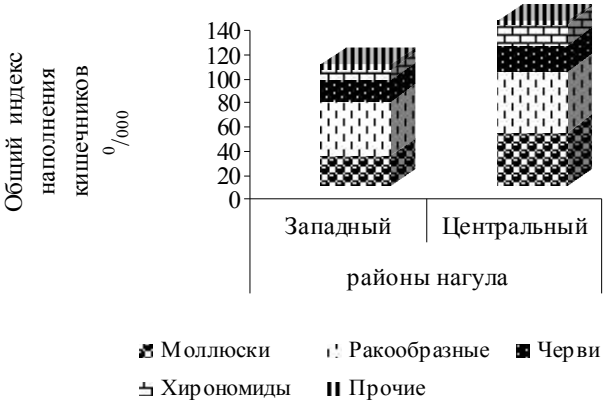


Рисунок 6 - **Питание сеголетков леща в различных районах Северного Каспия осенью 2015 г.**

Таким образом, в 2015 г. на акватории западной части Северного Каспия молодь леща питалась традиционными кормовыми организмами - хирономидами и ракообразными, которые в достаточном количестве находились в бентофауне района. Общие показатели накормленности характеризовались летом у годовиков средней величиной, осенью у сеголеток - на уровне оптимальных значений, что дает возможность оценить условия нагула молоди данного вида рыб как удовлетворительные летом и благоприятные осенью.

Литература

Беляева В.Н., Казанчеев Е.Н., Распопов В.М. и др. Каспийское море: Ихтиофауна и промысловые ресурсы. М.: Наука, 1989. С. 153-169.

Каспийское море: фауна и биологическая продуктивность / Под ред. Е.А. Яблонской. М.: Наука, 1985. С. 188.

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М: Наука, 1974. С. 253.

Степанова Т.Г. Питание молоди леща в Северном Каспии // Рыбохозяйственные исследования в низовьях реки волги и Каспийском море: Сборник научных трудов. Астрахань: Изд-во ФГУП «КаспНИРХ», 2012. С. 164.

ABSTRACT. The article presents the characteristics of the nutrition of bream juveniles in summer and autumn seasons 2015. The work presents the data on the quantitative and qualitative complex of feed, the level of the fullness of yearlings and fingerlings in depending on the depth and areas of feeding in the Western part of the Northern Caspian Sea.

ГЕЛЬМИНТЫ КАРПОВЫХ РЫБ КАК СОЧЛЕНЫ БИОЦЕНОЗОВ ВОДОХРАНИЛИЩ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ РФ

Н.Н. Романова[1], Н.А. Головина[2], П.П. Головин[1], М.М. Малыгина[2], В.В. Кошкарова[1]

[1]Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства (ВНИИПРХ), п. Рыбное, Дмитровский р-н, Московская обл. vniprh@mail.ru, lab.ihtiopat@mail.ru

[2] Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «АГТУ», п. Рыбное, Дмитровский р-н, Московская обл., kafvba@mail.ru

Формирование биоценозов внутренних водоемов Центральной зоны РФ шло под влиянием антропогенных факторов. Основным влияющим фактором являлось зарегулирование рек и образование водохранилищ, которое произошло в 60-80-е годы XX века. Считается, что этот процесс, включая биоту в целом, завершается в первые 6-8 лет существования водоема (Изюмова, 1977). Исходным звеном являлся состав биоценозов зарегулируемых рек.

Фауна паразитов рыб формируется во взаимосвязи с общими процессами становления водоема. Для паразитов со сложным жизненным циклом оно зависит от сложности отношений между окончательными и промежуточными хозяевами и от ряда экологических факторов. Значительную роль могут играть интродукция и акклиматизация новых видов беспозвоночных и рыб. Сильно эвтрофированные водоемы характеризуются качественной бедностью и преобладанием видов, заканчивающих цикл развития в рыбоядных птицах (аллогенные), т.е. трематод, некоторых цестод и др. (Малахова, Иешко, 1977; Аникиева, 1982).

Накоплен огромный материал по изучению паразитофауны рыб естественных водоемов (Изюмова, 1977; Экология паразитов…, 1979; Пугачев, 2002; Русинек, 2007 и др.). В Центральной зоне наибольшее количество работ посвящено изучению паразитофауны рыб в водоемах Волжского бассейна (Петухов, 2003; Новак, 2010 и др.). Известно, что в Рыбинском водохранилище формирование фауны паразитов рыб завершилось через 16-20 лет от начала образования водоема, причем она не стала простым повторением той фауны паразитов, которая была в Волге до образования водохранилища. Она претерпела ряд сложных изменений. В результате одни формы, ранее широко распространенные в реках, исчезли, другие нашли благоприятные условия и размножились, а третьи появились вновь. Появление новых форм паразитов в водохранилище происходило как за счет вселения в водоем новых для него видов рыб, так и за счет быстрого размножения редких и малочисленных форм. На смену реофилам пришли лимнофилы с характерным комплексом преобладающих видов паразитов, вызывающих

определенные заболевания рыб в водоеме - лигулез, триенофороз, дифиллоботриоз, диплостомоз, ихтиокотилюроз (Изюмова, 1977; Иванов и др., 2012).

В Центральной зоне РФ расположены три крупных водохранилища – Белгородское, Матырское и Тамбовское, относящиеся к бассейну р. Дон. Публикации по изучению паразитофауны рыб в этих водоемах практически отсутствуют.

В составе ихтиофауны преобладают виды карповых рыб: лещ, плотва, красноперка, карась серебряный (реже золотой), густера, линь, уклейка, жерех и др.

Цель работы заключалась в изучении видового разнообразия гельминтов карповых рыб в водоемах Центральной зоны РФ, на примере Белгородского, Матырского и Тамбовского водохранилищ.

Отлов рыб осуществляли ставными сетями в летне-осенней период (с июня по октябрь) в 2010-2015 гг.

Исследования проводили общепринятыми в ихтиопаразитологии методами (Быховская-Павловская, 1985; Регламент ЕС…, 2004; Беэр, 2005; Определить …, 1987). Зараженность гельминтами оценивали: по встречаемости или экстенсивности (Э.И., %), по зараженности (средней интенсивности инвазии И.И. ср., экз./рыбу), по амплитуде заражения (А.И.И., экз./рыбу) и индексу обилия (И.О., экз./рыбу). Сравнения фауны гельминтов из разных водохранилищ проводили по индексу Кабиоша (Несис, 1982).

Белгородское водохранилище образовано на реке Северский Донец в 1985 году. В настоящее время водоем является объектом рекреационной деятельности. Оно расположено на территории Белгородской области и является водоемом высшей рыбохозяйственной категории. Объём воды 76 млн.м³, площадь зеркала при НПУ - 23 км². В водохранилище впадают реки Топлинка, Разумная, вытекает река Северский Донец.

Гельминтофауна карповых рыб включает 18 видов, представленных следующими систематическими группами: моногенеи, трематоды, цестоды, нематоды (рис. 1).

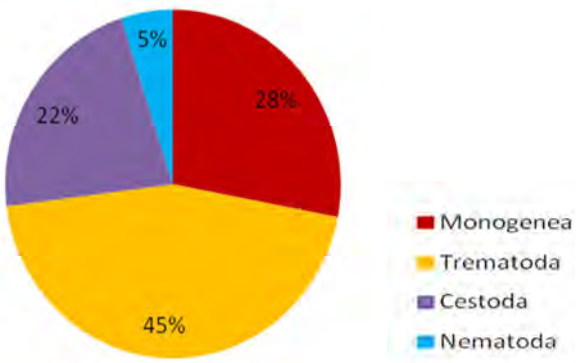


Рисунок 1 – **Состав гельминтофауны карповых рыб Белгородского водохранилища**

Наиболее богатое видовое разнообразие паразитов отмечено у леща – 13 видов. Гельминтофауна других карповых рыб складывается из значительно меньшего количества и представлена у красноперки – 5, у плотвы – 4, у густеры – 3, у линя – 2, у карася серебряного – 2 видами паразитов (табл. 1).

Таблица 1 – **Гельминтофауна рыб Белгородского водохранилища**

№	Вид паразитов	Локализация	Вид рыб
1.	*Dactylogyrus difformis*	жабры	красноперка
2.	*Dactylogyrus falcatus*	жабры	лещ
3.	*Gyrodactylus elegans*	поверхность тела	лещ
4.	*Gyrodactylus carasii*	поверхность тела	плотва
5.	*Diplozoon paradoxum*	жабры	красноперка, лещ, плотва
6.	*Diplostomum chromatophorum*	хрусталик	красноперка, лещ, густера, плотва
7.	*Tylodelphys clavata*	стекловидное тело глаз	лещ
8.	*Ichthyocotylurus erraticus*	на сердечной мышце	лещ, густера, карась
9.	*Postodiplostomum cuticola*	в подкожной клетчатке, хвостовом плавнике	красноперка, лещ, густера, плотва
10.	*Paracoenogonimus ovatus*	мышцы	красноперка, лещ
11.	*Asymphylodora kubanikum*	кишечник	линь
12.	*Asymphylodora tincae*	кишечник	линь
13.	*Pseudoamphistomum truncatum*	мышцы	лещ
14.	*Caryophyllaeus laticeps*	кишечник	лещ
15.	*Ligula intestinalis*	полость тела	лещ
16.	*Digramma interrupta*	полость тела	лещ
17.	*Valipora campylancristrota*	желчный пузырь	карась
18.	*Philometra ovata*	полость тела	лещ

Выявлена высокая встречаемость у карповых рыб метацеркарий р. *Diplostomum* (92%), *Ichthyocotylurus erraticus* (45%), *Postodiplostomum cuticola* (38%). Реже встречались *Tylodelphys clavata* (28,3%), *Paracoenogonimus ovatus* (14%), *Pseudoamphistomum truncatum* (3%). Мариты были обнаружены только в кишечнике линя и представлены один родом и двумя видами – *Asymphylodora kubanikum и A.tincae.*

В фауне цестод отмечено преобладание плероцеркоидов *Ligula intestinalis, Digramma interrupta.* Белгородское водохранилище считается стационарно не благополучным по лигулёзу. В 2012 г. скопление рыбы, пораженной лигулезом, в верхней мелководной части водоема (в зоне перехода в водохранилище реки Северский Донец) достигало 200-450 экз./га. В последние 3 года (2013-2015 гг.)

высокого заражения ремнецами не отмечалось, но при паразитологическом анализе постоянно выявлялись больные особи с лигулидами (*Ligula intestinalis* и *Digramma interrupta*) (рис. 2), при этом чаще доля *D. interrupta* была больше (85,7%), чем *L.intestinalis* (14,3%). Одновременно при паразитировании ремнецов у зараженных ими лещей обнаружены нематоды *Philometra ovata*, самки этого гельминта завершают цикл только при одновременном заражении рыб плероцеркоидами лигулид (Определитель паразитов…, 1987).

Рисунок 2 – **Лещ, зараженный ремнецами**

Матырское водохранилище образовано на реке Матыра, строительство дамбы началось в 1970 году и полностью завершилось достройкой гидроузла в 1976 году. Водохранилище является самым крупным водным объектом в Липецкой области.

Гельминтофауна карповых рыб включает 13 видов из следующих систематических групп: трематоды, цестоды, нематоды, скребни, пиявки (рис. 3).

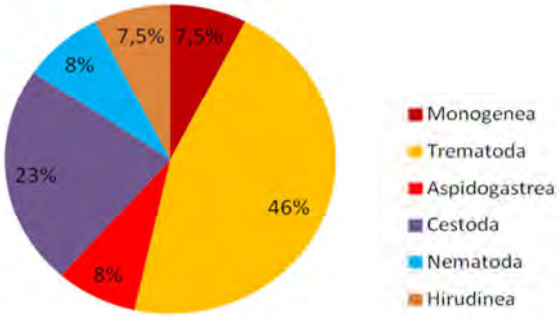


Рисунок 3 – **Состав гельминтофауны карповых рыб Матырского водохранилища**

Наиболее богатое видовое разнообразие отмечено у леща - 9 и плотвы - 7 видов. Гельминтофауна других карповых рыб представлена у густеры – 4, красноперки – 3, у линя – 3 видами паразитов (табл. 2).

Трематоды были представлены метацеркариями р. *Diplostomum,* 2 видами - *D. spathaceum* (у плотвы, леща и линя) и *D. chromatophorum* (у плотвы, леща, густеры и красноперки).

Таблица 2 – **Гельминтофауна карповых рыб Матырского водохранилища, Липецкая область**

№	Вид паразитов	Локализация	Вид рыб
1.	*Diplozoon paradoxum*	жабры	лещ
2.	*Tylodelphys clavata*	стекловидное тело глаз	плотва, лещ, густера, линь
3.	*Diplostomum spathaceum*	хрусталик	плотва, лещ, линь
4.	*Diplostomum chromatophorum*	хрусталик	плотва, лещ, густера, красноперка
5.	*Postodiplostomum brevicaudatum*	стекловидное тело глаз	плотва, лещ, красноперка
6.	*Paracoenogonimus ovatus*	мышцы	плотва, лещ, линь, карась серебряный
7.	*Ichthyocotylurus erraticus*	на сердце	плотва, лещ, густера
8.	*Aspidogaster limacoides*	в кишечнике	плотва, красноперка
9.	*Ligula intestinalis*	полость тела	лещ
10.	*Caryophyllaeus laticeps*	в кишечнике	лещ
11.	*Valipora campylancristrota*	в желчном пузыре	лещ
12.	*Philometra rischta*	под жаберной крышкой	густера, лещ
13.	*Piscicola geometra*	поверхность тела	красноперка

Широко распространенным видом метацеркарий у рыб в Матырском водохранилище оказался *Tylodelphys clavata,* заражение им отмечено практически у всех обследованных видов карповых рыб (табл. 2). Метацеркарии *Postodiplostomum brevicaudatum* встречались редко и были выявлены только у красноперки и плотвы.

У леща, густеры и плотвы был обнаружен редкий для этих рыб вид *Ichthyocotylurus erraticus.* Метацеркарии *I. erraticus* находились в цистах с прочной гиалиновой оболочкой и были расположены в околосердечной сумке. При высоком уровне заражения цисты паразитов сдавливают сердечную мышцу, что может привести к нарушению свободного кровотока, механической атрофии, воспалительной реакции, образованию тромбов, приводящих к гибели рыб.

Наибольшая встречаемость (89%) была отмечена у лещей в 2015 г., количество паразитов в области сердца достигало более 200 экз. на рыбу. При этом

клинических признаков заболевания при заражении рыб этими гельминтами не выявлено.

В мышцах леща, линя, плотвы и серебряного карася обнаружены цисты с метацеркариями трематоды *Paracoenogonimus ovatus*. Наиболее интенсивно был заражен лещ (И.И. достигала 140 экз./рыбу).

Цестоды были представлены тремя видами - *Ligula intestinalis, Caryophyllaeus laticeps, Valipora campylancristrota*. Наиболее высокая встречаемость была отмечена для *L. intestinalis* (4%). Интенсивность инвазии достаточно низкая.

Из эктопаразитов у рыб обнаружены моногенеи р. Diplozoon. Встречаемость и интенсивность инвазии этими паразитами незначительная (от 1 до 7 паразитов на рыбу).

Тамбовское водохранилище было образовано путём поднятия уровня воды в коренном русле реки Цны в 1978 году, расположено в черте города Тамбова.

Гельминтофауна рыб включает 20 видов, относящихся к 4 систематическим группам: моногенеи, трематоды, цестоды, нематоды (рис. 4). Наибольшее разнообразие отмечено у леща – 14 видов. У плотвы – 5, у линя – 3, у серебряного карася – 1, у жереха – 1 вид паразитов (табл. 3).

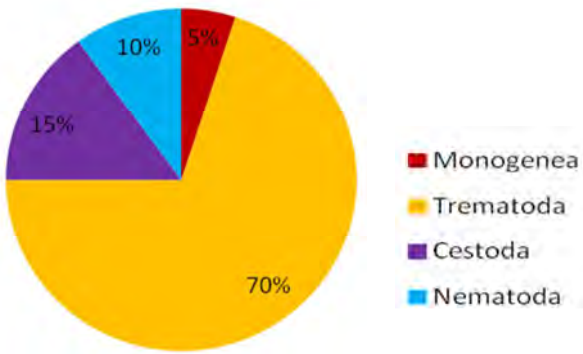


Рисунок 4 – **Состав гельминтофауны карповых рыб Тамбовского водохранилища**

По сравнению с предыдущими водоемами у карповых рыб в Тамбовском водохранилище трематодофауна была более разнообразный, в основном за счет рода Ichthyocotylurus, который был представлен тремя видами - *I. pileatus, I. variegates, I. erraticus.* Первые два вида были отмечены на серозных оболочках и на почках у леща и линя. Цисты метацеркарий *I. erraticus* обнаружены в области сердца у леща и красноперки.

Метацеркарии р. *Diplostomum* были представлены двумя видами - *D.spathaceum, D.mergi.* Доминирующими были *D.spathaceum,* встречаемость зараженной ими плотвы составляла 100% (А.И.И. от 6 до 49 экз./рыбу), леща - 60% (А.И.И. от 3 до 5 экз./рыбу).

Высокий уровень заражения был отмечен у плотвы метацеркариями *Paracoenogonimus ovatus* - от 80 до 460 цист/рыбу. Единично в мышцах леща и плотвы встречались метацеркарии *Pseudoamphistomum truncatum* (И.И.=10 экз./рыбу).

Мариты были представлены 4 видами и выявлены в кишечнике у линя - *Asymphylodora demeli, Asymphylodora kubanica* и *Bucephalus polymorphus* и у плотвы - *Allocreadium dogieli.*

Цестоды были представлены 3 видами. В полости тела у лещей выявлены плероцеркоиды ремнецов *Ligula intestinalis* и *Digramma interrupta*. Встречаемость зараженных лещей составляла 30-50% (в разные годы обследования), И.И. от 1 до 3 экз./рыбу. Одновременно при паразитировании ремнецов у зараженных ими лещей обнаружены нематоды *Philometra ovata* (от 4 до 5 экз./рыбу). Имела место единичная встречаемость у лещей другой нематоды *Philometra abdominalis.*

Таблица 3 – **Гельминтофауна рыб Тамбовского водохранилища**

№	Вид паразитов	Локализация	Вид рыб
1.	*Paradiplozoon bliccae*	жабры	лещ
2.	*Tylodelphys clavata*	стекловидное тело глаз	линь, лещ, жерех, плотва
3.	*Diplostomum spathaceum*	хрусталик	лещ, плотва, карась
4.	*Diplostomum mergi*	хрусталик	лещ
5.	*Diplostomum paraspathaceum*	хрусталик	лещ
6.	*Postodiplostomum cuticola*	подкожная клетчатка	лещ, красноперка
7.	*Paracoenogonimus ovatus*	мышцы	плотва
8.	*Pseudoamphistomum truncatum*	мышцы	лещ, плотва
9.	*Ichthyocotylurus erraticus*	сердце	лещ, красноперка
10.	*Ichthyocotylurus pileatus*	почки	лещ
11.	*Ichthyocotylurus variegatus*	почки	линь
12.	*Asymphylodora demeli*	кишечник	линь
13.	*Asymphylodora kubanica*	кишечник	линь
14.	*Allocreadium dogieli*	кишечник	плотва
15.	*Bucephalus polymorphus*	кишечник	линь
16.	*Caryophyllaeus laticeps*	кишечник	лещ
17.	*Ligula intestinalis*	полость тела	лещ
18.	*Digramma interrupta*	полость тела	лещ
19.	*Philometra abdominalis*	полость тела	лещ
20.	*Philometra ovata*	полость тела	лещ

На жабрах у леща были обнаружены единичные моногенеи - *Paradiplozoon bliccae*, которые не вызывали заметной патологии.

Заключение

Основными факторами, определяющими разнообразие гельминтов в обследованных водоемах, является наличие промежуточных и дефинитивных хозяев, гидрологические и экологические особенности водоема.

У карповых рыб этих водохранилищ выявлен 31 вид гельминтов, которые были представлены: моногенеями – 6, трематодами - 17, цестодами – 4, нематодами – 3 и пиявками – 1. При этом в Белгородском водохранилище выявлено – 18, в Тамбовском -20 и Матырском – 13 видов гельминтов.

Проведенный сравнительный анализ видового состава фауны показал, что в Белгородском и Матырском водохранилищах, в Белгородском и Тамбовском водохранилищах у карповых рыб имеется по 8 общих видов гельминтов, в то же время в Матырском и Тамбовском только 6. Используя показатель степени сходства (индекс Кабиоша), выяснили, что фауна гельминтов карповых рыб в Белгородском и Матырском водохранилищах более близка (К=0,669), чем в Тамбовском и Белгородском (К=0,910) и Матырском и Тамбовском (0,874).

Выявлены 4 часто встречающихся паразитарных сообщества (инфрасообщества), которые были представлены: р. *Diplostomum + Tylodelphys clavata + Ichthyocotylurus erraticus, Postodiplostomum cuticola + Ichthyocotylurus erraticus, Paracoenogonimus ovatus + Postodiplostomum cuticola, Ligula intestinalis + Digramma interrupta+ Philometra ovata.*

Интересным фактом является обнаружение высокого уровня заражения (до 200 экз./рыбу) леща редким для этих рыб видом трематод *Ichthyocotylurus erraticus.* Метацеркарии этой трематоды паразитируют в основном у сиговых рыб и намного реже у карповых. В обследованных водоемах в отсутствие специфичных хозяев возбудитель достаточно активно осваивает карповых, в частности леща, плотву, красноперку, густеру и серебряного карася.

Распределение по хозяевам показало, что наибольшее число видов гельминтов обнаружено у леща - 21, затем у плотвы - 10, линя - 8, красноперки - 8, густеры - 5, карася серебряного - 4.

Учитывая показатели численности (экстенсивность и интенсивность инвазии) и эпизоотическую значимость выявленных у карповых рыб паразитов, таких, как представители из р. *Diplostomum, Ichthyocotylurus erraticus, Postodiplostomum cuticola, Ligula intestinalis*, можно сделать вывод о наличии и формировании в данных водоемах очагов диплостомоза, постодиплостомоза, ихтиокотилюроза, лигулезов.

Преобладание аллогенных видов гельминтов (более 60%) в Тамбовском и Матырском водохранилищах указывает о направленности их экологического состояния в сторону эвтрофикации.

Литература

Аникиева Л.В. Использование гельминтологических данных при оценке состояния водоема / Экология паразитических организмов в биоценозах севера. Петрозаводск, 1982 – С. 72-83.

Беэр С.А. Биология возбудителя описторхоза. М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2005. – 336 с.

Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. - 131 с.

Иванов В.М., Семенова Н.Н., Калмыков А.П. Гельминты в экосистеме дельты Волги. Том 1. Трематоды. Монография. Астрахань: ГП АО Издательско-полиграфический комплекс «Волга», 2012. – 255 с.

Изюмова Н.А. Паразитофауна рыб водохранилищ СССР и пути её формирования. Л.: Наука, 1977. – 284 с.

Малахова Р.П., Иешко Е.П. Изменение паразитофауны рыб Сямозера за прошедшие 20 лет / Сямозеро и перспективы его рыбохозяйственного использования. Петрозаводск, 1977. – С. 64-82.

Несис К.Н. Зоогеографическое положение Средиземного моря // Морская биогеография. М.: Наука, 1982. – С. 270-299.

Новак А.И. Инвазии рыб в водоемах с различными экологическими условиями / Российский паразитологический журнал, 2010, №2. – С. 6-10.

Петухов А.Н. Изменение видового разнообразия и экология паразитических рыб Горьковского водохранилища. Спец. 03.00.19 – паразитология. Автореф. дис.на соиск. степени канд.биол.наук. М., 2003 – 23 с.

Пугачев О.Н. Паразитарные сообщества и нерест рыб / Паразитология, 36 1, 2002. – С. 3-9.

Определитель паразитов пресноводных рыб. Под ред. О.Н. Бауера. Л.: Из-во «Наука». Т.3, 1987. – 583 с.

Регламент ЕС №853/2004 Европейского Парламента и Совета от 29 апреля 2004 г. «Гигиенические правила для пищевой продукции животного происхождения». Официальный бюллетень Европейского Союза L. 139 от 30 апреля 2004. www.http://msk.fishqua-lity.ru/documents/56

Русинек О.Т. Паразиты рыб озера Байкал (фауна, сообщества, зоогеография, история формирования). – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. – 571 с.

Экология паразитов рыб / Сб. науч. трудов. Выпуск 140. Л.: ГосНИОРХ, 1979. – 165 с.

ABSTRACT. Helminthofauna of carp fishes from inner water bodies of the RF Central zone (on examples of the Belgorodsk, Matyrsk and Tambov water reservoirs) has been presented by 31 species: monogenea – 6, trematodes – 17, cestodes – 4, nematodes – 3 and leeches – 1. The greatest numbers of species have been found in bream – 21, less species in roach – 10, tench – 8, redfin – 8, silver bream – 5, goldfish – 4. Helminthofauna of carp fishes is most similar in the Belgorodsk and Matyrsk reservoirs.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МАЛЫХ ВОДОЁМОВ Г. ТОЛЬЯТТИ

Ю.А.Ромашкова
Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, omegga@mail.ru

Природные водные объекты являются неотъемлемой составной частью городской среды и во многом определяют своеобразие ландшафта города. Однако, состояние водных экосистем промышленных центров Поволжья (Нижний Новгород, Казань, Самара, Тольятти и др.) в настоящее время характеризуется прогрессирующей деградацией (Гелашвили и др., 2005).

Городской округ Тольятти - крупный индустриальный центр в Самарской области. Стремительное развитие города, многократный рост населения, автотранспортной нагрузки привело к тому, что Тольятти стал одним из наиболее загрязненных городов России.

Развитие города, как индустриального центра, определило создание мощной энергетической и промышленной базы. В настоящее время в городском округе зарегистрировано около 14 тыс. предприятий, в том числе 10 крупных (Северный промышленный узел, ТЭЦ, химический комплекс и др.). Техногенные потоки, идущие от предприятий Северного промышленного узла, содержат практически весь спектр химических компонентов с преобладанием цинка, меди, свинца, хрома, никеля, фосфора.

В условиях такой интенсивной антропогенной деятельности наиболее уязвимыми становятся водоёмы и водотоки. Экологическое состояние многих водных объектов города являются неудовлетворительными. Привносимые загрязняющие вещества провоцируют изменение химического состава воды, угнетая условия существования и функционирования биологических систем.

На северо-восточной окраине города располагается каскад водоемов Васильевской системы (оз. Большое Васильевское, Грязное, Скрытое, Новое, Рыбное, Казинское, Чистое, Восьмёрка, Пляжное), которые стали объектами наших комплексных исследований с 1991 по 2008 гг. (рис. 1).

Большинство из этих озер естественного происхождения: они образовались в понижениях рельефа в результате подъема грунтовых вод после перекрытия Волги плотиной в районе Жигулевских гор. Искусственный генезис у оз.Пляжное (котлован для складирования отходов). До заполнения водохранилища существовало только оз.Большое Васильевское, сформировавшееся в бывшем русле древнего водотока р. Пискалы (Попченко, 1994).

Рисунок 1 - **Карта-схема водоёмов г.Тольятти**

В систему Васильевских озер не входят Лесное и Городское. Они искусственные (вырытые котлованы для приема ливневых стоков), расположены непосредственно в черте города (табл. 1).

Водоемы в окрестностях г.Тольятти подвергаются существенной нагрузке, формирующейся в основном за счет воздушных выбросов заводов Северного промышленного узла. В непосредственной близости находится федеральная автомобильная трасса М-5 «Урал» и садоводческие товарищества, вносящие существенный вклад в загрязнение водоемов токсическими, органическими и биогенными веществами.

Накапливающиеся на водосборной площади микроэлементы сносятся поверхностным стоком в озёра, усиливая процессы естественного эвтрофирования водоёма. На основании снегомерной съемки, выполненной на водосборе Васильевских озёр, установлено, что с талыми водами в водоёмы поступают органические соединения, нефтепродукты, железо, свинец, медь, аммонийный и нитритный азот. Существенный вклад в загрязнение водоема вносит рекреационная нагрузка, наиболее ощутимая в весенне-летний период.

Таблица 1- **Гидрографические и гидрологические характеристики малых водоёмов г. Тольятти**

Озёра	Генезис	Площадь, км ^{2}	Глубина макс., м	Ширина макс., м	Длина, м	Объем, тыс. м^3
Восьмерка	Естественное	0,129	8,0	315	700	395,0
Грязное	Естественное	0,0224	6,1	132	344	38,7
Казинское	Естественное	0,0463	8,0	180	360	156,25
Новое	Естественное	0,0101	4,75	86	195	22,25
Городское	Искусственное	0,013	4,0	113	174	21,25
Лесное	Искусственное	0,015	10,0	120	350	67,5
Пляжное	Искусственное	0,160	7,0	385	620	487,5
Рыбное	Естественное	0,013	7,05	53	275	34,17
Скрытое	Естественное	0,0106	6,5	90	172	330,99
Чистое	Естественное	0,0476	10,0	200	325	218,0

Водные объекты в окрестностях г.Тольятти служат в основном для рекреационных целей. В связи с этим рассматриваются как водоемы культурно-бытового назначения, что согласно нормативным документам требует при определении качества воды применения значений предельно допустимых концентраций ($ПДК_{к/б}$), соответствующих водоемам данного типа.

Экологическое состояние озер определялось с использованием обобщенных критериев (Критерии оценки.., 1992):

- отнесение водоема к одному из трофических типов проводилось на основе комплексного анализа, включающего гидрохимические данные и характеристики основных экологических групп водоема (фито- и зоопланктона, макрозообентоса);
- оценка сапробности водоема – на основе сапробиологического анализа;
- в основе критерия химического загрязнения использован индекс загрязнения воды (ИЗВ).

Для оценки гидрохимического состояния водоёмов осуществляли отбор проб воды во все сезоны года на 2-3 основных вертикалях продольных створов. На рис. 2 отображены станции наблюдения в оз.Скрытое: станция 1 - в центральной части озера (глубина 6,0 м) и станция 2 - на мелководье (глубина 2,0 м) (Экологический паспорт.., 2005).

Практически во всех озерах поверхностные горизонты вод относятся к разряду «чистых» или «умеренно загрязненных» (II-III класс чистоты). Исключение составляют водоёмы Скрытое и Рыбное, находящиеся под непосредственным влиянием золоотвала ТЭЦ и шламоотвала. Вода в них содержит высокие концентрации цинка, меди, кадмия и относится к V классу («грязная»). Придонные горизонты водных масс, в большинстве случаев, «очень грязные» (VI класс) и «чрезвычайно грязные» (VII класс).

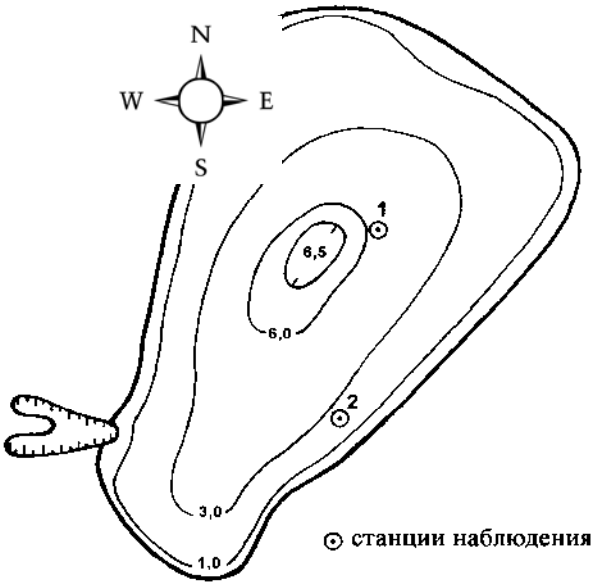


Рисунок 2 - **Схема распределения глубин в оз. Скрытое**

В донных отложениях всех водоёмов сложилась «чрезвычайная экологическая ситуация», а в озере Лесное содержание свинца достигло «кризисного» порога.

По состоянию трофического статуса (по концентрации минерального фосфора и содержанию хлорофилла «а») водоемы характеризуются как эвтрофные, а оз.Рыбное и оз.Скрытое – гиперэвтрофные. В летний сезон отмечается в разной степени выраженное цветение воды (Номоконова и др., 2001).

Бактериологический анализ относительно удовлетворительный: патогенные микроорганизмы не были зафиксированы, за исключением озёр Городское и Лесное. В этих водоёмах присутствие колифагов и кишечной палочки в летний период превышало нормативы в 2-3 раза.

По составу и развитию донных организмов богатством видового разнообразия, высокой численностью и биомассой сообществ макрозообентоса отличается прибрежная зона озер. В глубоководной части водоёмов, как правило, регистрируются дефицит кислорода, наличие сероводорода, повышенные концентрации загрязняющих веществ, что приводит к резкому обеднению фауны и, как следствие, деградации донных беспозвоночных. На фоне снижения числа видов, численности и биомассы зообентоса, происходят изменения в их структуре за счет развития малощетинковых червей тубифицидного комплекса.

Первичные материалы составили базу данных, на основе которой выполнен многофакторный анализ матриц наблюдений с использованием статических методов

и пакетов программ. Все изученные водоемы в соответствии с их экологическим статусом разбиты на 4 группы:

- малозагрязненные озера с хорошо развитым сообществом макрозообентоса (Пляжное, Грязное, Новое);
- озера средней степени загрязнения, экологическое состояние которых характеризуется как «удовлетворительное» (Чистое, Восьмерка, Казинское);
- озера с сильнозагрязненными придонными слоями воды и донных отложений, являющиеся «экологическими пустынями» (Городское, Лесное);
- индивидуально выделяемые озера с вертикальной неоднородностью, высокой степенью загрязнения и специфическим видовым составом макрозообентоса (Скрытое, Рыбное).

Таким образом, положение с состоянием озер сложное, но не во всех критическое. Выполнение рекомендаций (список их достаточно большой, для каждого озера индивидуальный) по восстановлению и сохранению малых водоемов, обустройство рекреационной зоны, создаст благоприятные и привлекательные условия для отдыха жителей города, любительского лова.

Литература

Гелашвили Д.Б., Охапкин А.Г., Доронина А.И., Колкутин В.И., Иванов Е.Ф. Экологическое состояние водных объектов Нижнего Новгорода: Монография. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2005. 414 с.

Зинченко Т.Д., Шитиков В.К., Выхристюк Л.А. Биоиндикация малых озер на основе комплекса информативных показателей // Исследования по ихтиологии и смежным дисциплинам на внутренних водоемах в начале XXI века (к 80-летию профессора Л.А. Кудерского). Спб.-М.: Тов. науч. изд. КМК, 2007. С. 483-490.

Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. Утв. Минприроды РФ 30.11.1992 г.

Номоконова В.И., Выхристюк Л.А., Тарасова Н.Г. Трофический статус Васильевских озёр в окрестностях г.Тольятти // Изв. СамНЦ РАН. Т. 3, №2. – 2001. С. 274-283.

Попченко В.И. Современное экологическое состояние озер Васильевского каскада и пути их рекреационного использования при реализации градостроительных программ // Актуальные вопросы изучения современной истории города: Материалы I науч.-практич. конф. Тольятти, 1994. С. 61-65.

Экологический паспорт городского водоема. Васильевские озера. Озеро Скрытое (ред. Розенберг Г.С, Зинченко Т.Д.). Тольятти, 2005. 71 с.

ABSTRACT. Archival materials and own research of the ecological state of 11 lakes in Togliatti are presented. Hydrographic and hydrologic indicators of reservoirs are considered. The class of water quality has been established and the current environmental situation has been characterized.

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ИХТИОФАУНЫ ОЗЕР СИСТЕМЫ КАБАН Г.КАЗАНИ

Р.Р. Сайфуллин
Институт фундаментальной медицины и биологии К(П)ФУ, Казань,
Saifullin1955@mail.ru

Одним из важнейших вопросов современной биоэкологии является изучение биоразнообразия, которое во многом определяет состояние и устойчивость экосистем, в том числе и водных. Рыбы, являющиеся одним из важнейших биотических компонентов водных экосистем, в значительной мере определяют их состояние. Поэтому изучение биоразнообразия ихтиофауны водоемов представляется весьма важной задачей. Целью нашего исследования было изучение видового разнообразия ихтиофауны озер системы Кабан г. Казани.

Литературные данные по ихтиофауне озер системы Кабан весьма немногочисленны. Из современных работ можно отметить публикацию В.А. Кузнецова и др.(2005), где рассмотрены видовой состав и эколого-трофическая характеристика ихтиоценоза водоемов, а также статью О.В.Аськеева и др.(2012), посвященную эколого-географическим характеристикам ихтиофауны озер.

Данная озерная система состоит из трех озер – Нижний, Средний и Верхний Кабан, протянувшихся в центре г.Казани с севера на юг на 8 км. Озера Нижний и Средний Кабан соединены Ботаническим протоком, а Верхний Кабан представляет собой изолированный водоем. По своему происхождению озера системы Кабан в г. Казани являются старицами рукава Волги, но более древними, чем обычные плотинные озера; в образовании котловин озер принимали участие карстовые процессы, о чем свидетельствуют неровности их дна, значительные глубины и карстовые явления, наблюдающиеся по берегам и в центре города (Мингазова, Котов, 1989).

Наши исследования ихтиофауны озерной системы Кабан г. Казани проводились с перерывами в период с 1992 по 2014 гг. Ихтиологический материал собирался в основном по молоди рыб с помощью сачка и мальковой волокуши.. Полевая и камеральная обработка материала проводилась согласно общепринятой методике И.Ф. Правдина (1966). Принадлежность к фаунистическим комплексам исследованных видов рыб определялась по классификации Г.В. Никольского (1980). Молодь рыб определялась по определителю А.Ф. Коблицкой (1981). Рассчитывался индекс видового разнообразия (H′) Шеннона-Уивера (Жилюкас, Познанскене, 1981).

Хронологический анализ ихтиологического материала по отдельным озерам системы Кабан в более ранний период наших исследований (1992-2004 гг.) выглядит следующим образом. Для сравнения использовались данные Н.М. Мингазовой (1984), которые, правда, носят в основном опросный характер.

Озеро Нижний Кабан. В 1984 г. здесь отмечалось наличие 2-х видов рыб – плотвы и уклеи. В 1992 г. здесь обнаружено 4 вида молоди рыб – уклейка, окунь, верховка, плотва. В 1993 г. была отловлена молодь, относящаяся к 3 видам – уклейка, верховка, окунь, причем первый вид являлся доминантом (95,9%), а индекс видового разнообразия составил 0,27. В 1997 г. отловлено 11 экз.молоди рыб, среди которых оказались карась серебряный (36,4%), красноперка (54,5%), уклейка (9,1%), а H′=1,32. В 1998 г. здесь впервые были отловлены 41 экз. личинок сазана. Возможно, появление молоди сазана является следствием проведенных в прошлые годы мероприятий по выпуску данного вида в этот водоем. Наибольшее количество в том году наблюдалось молоди золотого карася – 71 экз. (62,8%), также в пробах присутствовал 1 экз. верховки.

В 1999 г. в пробах отмечалось 43 экз. мальков 2-х видов: сазан (93,0%) и плотва (7,0%). Индекс видового разнообразия был очень низок – 0,37.

Ботанический проток. В 1984 г. здесь отмечалось 2 вида рыб – плотва и уклейка. В 1992 г. в пробах присутствовала молодь 4-х видов рыб – уклейка, окунь, верховка и плотва. В 1993 г. было обнаружено 2 вида рыб – верховка и плотва, причем первый явно доминировал по численности – 82,9%; H′=0,66. В 1997 г. было выловлено 4 экз. красноперки, которая здесь отмечалась впервые. В 1998 г. отмечено 34 экз. молоди 2-х видов: золотого карася (29,4% по численности) и верховки (70,6%).

В 1999 г. было отобрано 32 экз. сазана (94,1% от общего количества) и 2 экз. плотвы. Индекс видового разнообразия составил 0,32.

Озеро Средний Кабан. Этот водоем отличается наибольшим видовым разнообразием рыб, что связано с более крупными размерами и большим разнообразием имеющихся здесь биотопов.

В 1984 г. здесь отмечалось 8 видов рыб: щука, плотва, уклейка, лещ, густера, золотой карась, сазан, окунь. В 1992 г. в пробах присутствовало 5 видов рыб: уклейка, окунь, верховка, плотва, красноперка. В 1993 г. обнаружено 3 вида – верховка, уклейка, сазан, причем доминировала по численности уклейка – 62,0%; H′=1,01. В 1997 г. отловлено 7 экз. уклейки. В 1998 г. было отмечено 3 вида молоди рыб, соотношение которых по численности было следующим: верховка –52,6%, карась золотой – 26,3%, карась серебряный – 21,1%.

В 1999 г. в пробах (77 экз.) преобладали мальки сазана (79,2%). На долю плотвы пришлось 18,2%, а окуня – 2,6%; H′=0,8508.

В зимних любительских уловах 2008 г. на этом озере был отмечен ротан. Имеются косвенные данные, что ротан в настоящее обитает и в других озерах системы Кабан. В последние 2 года появились сведения, что рыбаки-любители вылавливали на оз. Средний Кабан белого амура, обыкновенного толстолобика, жереха. Интересно отметить, что в августе 2014 г. на этом озере была выловлена пиранья, которая нами была определена как обыкновенная пиранья - *Pygocentrus nattereri* . Не вызывает сомнения, что этот вид мог попасть в озеро из аквариума

какого-то любителя экзотических рыб, содержание которых дома стало сейчас очень модным явлением.

Озеро Верхний Кабан. В 1984 г. было обнаружено 6 видов: линь, щука, сазан, окунь, плотва, золотой карась. В 1992 г. в пробах отмечалось 5 видов молоди рыб – уклейка, окунь, верховка. линь, золотой карась. В 1993 г. обнаружено 2 вида молоди рыб – верховка (88,9% от общей численности) и лещ (11,1%), H′=0,5. В 1997 г. выловили 103 экз., из них верховка – доминант (99,03%) и плотва, H′=0,.0808. В 1998 г. на 2-х станциях был обнаружен лишь один вид молоди рыб – окунь (9 экз.)

В 1999 г. в пробах (71 экз.) отмечались сазан (71,.8%) и плотва (28,2%), а индекс видового разнообразия был весьма низким –0,86. В 2000 г. здесь было обнаружено 3 вида рыб (верховка, уклейка, плотва) при H′=1,25, а в 2001 г. – 2 вида (плотва, верховка) при H′=0,05.

В пробах 2004 г. удалось обнаружить 4 вида рыб (плотва, верховка, уклейка, окунь) при значительном доминировании верховки – 75,0%. Индекс видового разнообразия составил 1,05.

Анализ ихтиологического материала по молоди рыб (753 экз.), собранного в летний период 2014 г. по всем озерам системы Кабан, показал, что наиболее многочисленным видом является плотва, которому принадлежит 28,68% рыб из всего количества (табл. 1). Далее по численности идут окунь - 23,50%, лещ - 16,73%, сазан- 15,14% и уклейка - 8,24%. Эти 5 видов являются типичными представителями системы озер Кабан. Им в совокупности принадлежит большая часть ихтиологического материала. Также в пробах присутствовали серебряный карась, доля которого составляет 3,99%, и верховка – 3,72%. Важно отметить, что впервые нами за весь период исследований в озерах Нижний и Средний Кабан была обнаружена молодь леща, а в озере Верхний Кабан – молодь серебряного карася.

Все исследованные рыбы в пробах 2014 г., кроме окуня, принадлежат к семейству карповых (рис. 1). По характеру питания преобладали бентофаги (плотва, сазан, лещ, карась серебряный), окунь является хищником, а уклейка и верховка относятся к зоопланктофагам (рис. 2).

В фаунистическом отношении в материале 2014 г. по 3 вида относятся к бореально – равнинному и к понто-каспийскому пресноводному, и лишь сазан – к амфибореальному фаунистическому комплексу. По нерестовому субстрату среди исследованных рыб все виды относятся к фитофилам. По отношению к течению все исследуемые виды, за исключением верховки, принадлежат к группе эвритопов .

В целом, индекс видового разнообразия Шеннона (H′) имеет довольно высокий показатель – 2,5049, что, в определенной мере, может свидетельствовать о достаточно высоком разнообразии экологических условий обитания рыб в системе озер Кабан.

По сравнению с прежними нашими данными (Сайфуллин, 2006, 2013) можно отметить, что разнообразие видов за последующие 10 лет не увеличилось.

Таблица 1 - **Видовой состав, относительная численность и экологическая характеристика рыб озерной системы Кабан (лето 2014 г.)**

Виды рыб	**К-во экз.**	**По нерестовом у субстрату**	**По местам обитания**	**По питанию**	**Доля в %**	**H′**	**Семейство рыб**	**Фаунисти-ческий комплекс**
Плотва (*Rutilus rutilus*)	216	фитофил	эвритоп	бентофаг	28,7	0,5165	карпрвые	Бореальный равнинный
Окунь (*Perca fluviatilis)*	177	фитофил	эвритоп	хищшник	23,5	0,4910	окуневые	Бореальный равнинный
Лещ (*Abramis brama)*	126	фитофил	эвритоп	бентофаг	16,7	0,4312	карпрвые	Понтокаспийский пресноводный
Сазан (*Cyprinus carpio*)	114	фитофил	эвритоп	бентофаг	15,1	0,4118	карпрвые	Амфибо-реальный
Уклейка (*Alburnus alburnus)*	62	фитофил	эвритоп	зоопланк-тофаг	8,3	0,2959	карпрвые	Понтокаспийский пресноводный
Серебряный карась (Carassius carassius)	30	фитофил	эвритоп	бентофаг	4,0	0,1825	карпрвые	Бореальный равнинный
Верховка (Leucaspius delineatus)	28	фитофил	лимнофил	зоопланк-тофаг	3,7	0,1760	карпрвые	Понтокаспийский пресноводный
Всего	753				100,0	2,5049		

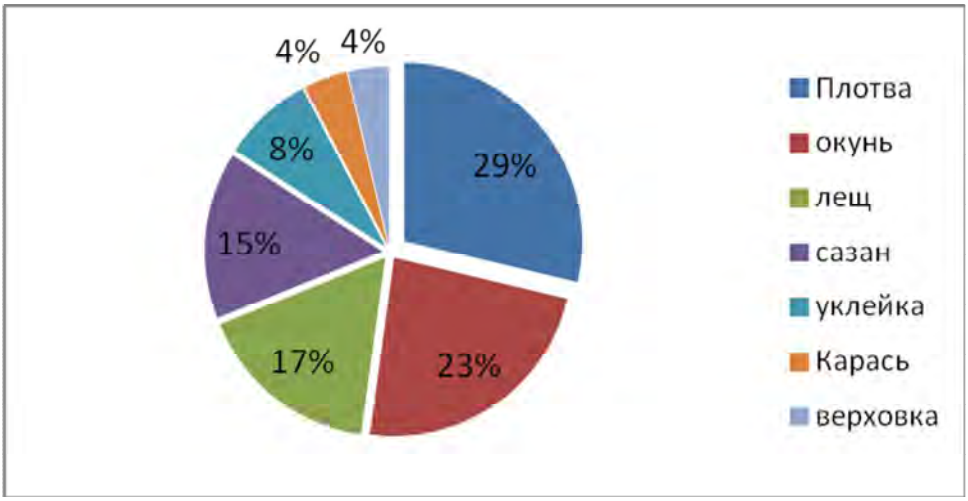


Рисунок 1 - **Соотношение видов рыб по численности (%) в озерной системе Кабан**

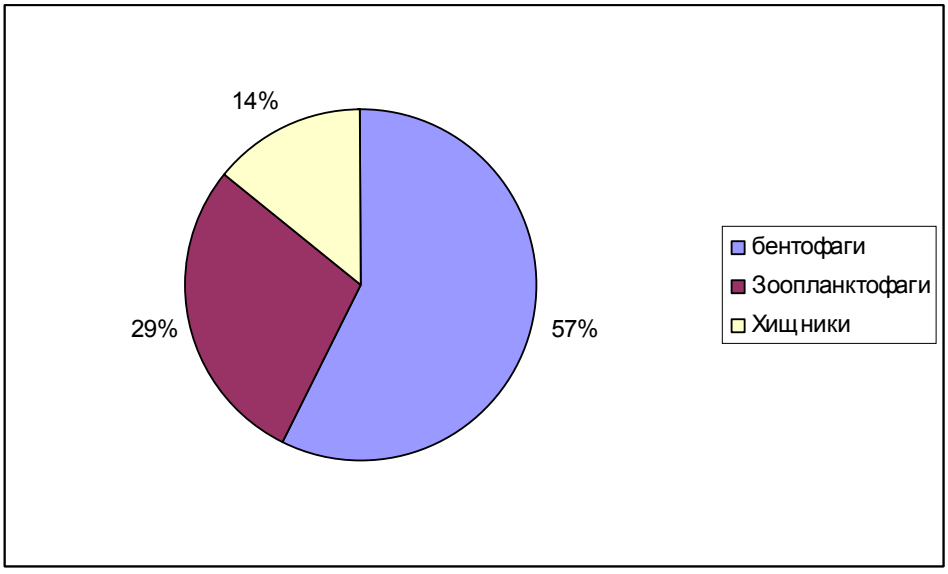


Рисунок 2 - **Распределение представителей ихтиофауны в озерной системе Кабан по характеру питания (%)**

Обобщая вышеизложенное, следует отметить в озерах системы Кабан в настоящее время отмечено 11 видов рыб, из которых 9 видов относятся к семейству карповых (уклейка, верховка, плотва, сазан, красноперка, карась золотой, карась серебряный, линь, лещ), 1 вид – к семейству головешковых (ротан) и 1вид – к семейству окуневых (окунь). Видовой состав исследованных озер почти идентичен, лишь в озерах Нижний и Средний Кабан не был обнаружен линь, а в озере Верхний Кабан – красноперка. Ихтиофауна озерной системы Кабан является, в основном, лимнофильной. По нерестовому субстрату все отмеченные виды рыб относятся к фитофилам. В фаунистическом отношении преобладают бореальный равнинный – 5 видов (плотва, карась золотой, карась серебряный, линь, окунь) и понтокаспийский пресноводный фаунистический комплекс – 4 вида (уклейка, верховка, лещ, красноперка), что является характерным для водоемов Среднего Поволжья (Кузнецов, 2005). Сазан принадлежит к амфибореальному, а ротан к китайскому равнинному комплексу. Крайне малая доля хищников в рыбных сообществах озер свидетельствует об несбалансированности ихтиоценозов исследованных водоемов. Тип озер системы Кабан по доминирующим видам рыб является плотвично-окуневым. При сравнении с данными Н.М. Мингазовой (1984) можно отметить, что разнообразие видов рыб за последующие 30 лет не увеличилось. Судя по состоянию ихтиофауны нельзя говорить о существенном улучшении экологического состояния озер системы Кабан. Тем не менее, видовой состав ихтиоценоза водоемов не является строго постоянным, и вполне возможно появление в нем новых и выпадение ранее отмеченных видов рыб.

Литература

Аськеев О.В., Аськеев И.В., Аськеев А.О., Монахов С.П., Галимова Д.Н. Ихтиофауна озерной системы Кабан города Казани // Георесурсы, 2012, №7 (49). – С.42 – 47.

Жилюкас В.Ю., Познанскене Д.А. Таблица для подсчета индекса видового разнообразия по Шеннону-Уиверу. // Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. - Вильнюс, 1985.Ч.5. - С.130-136.

Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. - 208 с.

Кузнецов В.А. Рыбы Волжско-Камского края. – Казань, 2005. – 208 с.

Кузнецов В.А., Попов А.А., Мингазова Н.М., Ужовникова Е.В., Андреева Т.В. Ихтиофауна водоемов и водотоков г.Казани//Экология города Казани. – Казань: Фэн, 2005. – С.186 – 191.

Мингазова Н.М. Эколого-токсикологическое изучение водоемов урбанизированных территорий (на примере озерной системы Кабан г. Казани). Дисс. на соиск. уч.степ.к.б.н. – Казань, 1984. – 298 с.

Мингазова Н.М., Котов Ю.С. Казанские озера. – Изд.Казанского ун-та, 1989. – 176 с.

Никольский Г.В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб. - М.: Пищевая промышленность, 1980. - 283 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.

Сайфуллин Р.Р. Ихтиоценозы водоемов Среднего Поволжья. - Казань, 2006. – 112 с.

Сайфуллин Р.Р. Биоразнообразие ихтиофауны озер города Казани и пригородной зоны// Сб. статей «Изучение живых систем в условиях антропогенной трансформации ландшафтов Республики Татарстан». – Казань:ООО «Олитех»,2013. - С. 118-124.

ABSTRACT. The results of studies of the ichthyofauna of the lake system Kaban in Kazan for the period 1992-2014 gg. Analyzed the species composition of fish stocks in waters, given its taxonomic and ecological-faunistic characteristic.

СОСТОЯНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ В МЁШИНСКОМ ЗАЛИВЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 2010-2015 гг.

Ю.А. Северов, Ф.М. Шакирова
Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Казань
object_sveta@mail.ru; shakirovafm@gmail.com

Основным источником сохранения и пополнения запасов рыб является их естественное воспроизводство. Оно важно для сохранения не только генофонда, но и структуры популяции. Однако следует учесть, что росту в водоёме промысловым запасам рыб способствует эффективность их естественного воспроизводства. К сожалению, в настоящее время, во многих водоёмах страны условия естественного воспроизводства рыб ухудшаются под воздействием различных факторов природного и антропогенного характера.

Анализ многолетних исследований динамики численности и уловов рыб Куйбышевского водохранилища подтвердил, что основными факторами, лимитирующими естественное воспроизводство и урожайность поколений, являются уровенный и температурный режимы водоема в период размножения рыб, репродукционный потенциал родительского стада и условия нагула молоди, особенно в первый год ее жизни (Махотин, 1973; Кузнецов, 1978; Шакирова и др., 2012).

В Куйбышевском водохранилище, как и в Рыбинском (Рыбы Рыбинского водохранилища…, 2015) по типу нереста преобладают фитофилы – виды, откладывающие икру на растительность. Поэтому одним из ведущих факторов успешного их размножения является наличие на нерестилищах достаточного количества растительного субстрата, создающегося в результате зарастания мелководий и зависящего от весеннего уровня наполнения водохранилища.

Для Куйбышевского водохранилища характерны значительные колебания уровня воды в вегетационный и зимний периоды года. За время его существования, исключая период заполнения, рядом исследователей (Махотин, 1973; Кузнецов, 1978) выделяются 3-4 типа годового хода уровенного режима. *Первый тип* характеризуется заполнением водохранилища в апреле - мае с превышением нормальный подпорный уровень (НПУ), составляющий 53,3 абс.м по Балтийской системе (БС) и незначительной сработкой уровня воды до самого ледостава. Такой тип уровня обеспечивает высокую эффективность нереста и наиболее благоприятен для эффективного размножения фитофильных видов рыб водохранилища. *Второй тип* уровня не обеспечивает нормального и своевременного заполнения водохранилища. В мае производится попуск воды, приводящий к массовому обсыханию икры фитофильных видов, а НПУ достигается только лишь в июне. *Для третьего типа* характерна весна с низким уровнем половодья. В середине

апреля наблюдается кратковременный подъем до НПУ, а в мае осуществляется попуск, не компенсируемый подъемом. При таком типе сработка уровня воды значительна в течение всего года, а размножение многих рыб, нагул личинок и молоди происходит в весьма неблагоприятных условиях. *При четвёртом типе* заполнение водоёма до НПУ происходит в конце июня, уже после окончания нереста рыб (Махотин, 1973). Осенью сработка уровня воды незначительна. Поэтому этот тип уровенного режима обеспечивает только лишь нормальную зимовку молоди рыб в водохранилище.

Целью представленной работы является исследование состояния естественного воспроизводства основных промысловых видов рыб в Мёшинском заливе Куйбышевского водохранилища в течение 2010-2015 годов и причин, влияющих на формирование численности поколений отдельных видов.

Многочисленными исследованиями выявлено, что в водохранилищах основными факторами, влияющими на урожайность молоди, являются уровенный и температурный режимы водоема в период размножения рыб и условия нагула молоди в первый год ее жизни (Кузнецов, 1978; Небольсина, Мосияш, 1995). В зависимости от режима уровня (месячного, сезонного, годового) его негативное воздействие на урожайность поколения рыб может проявиться практически на любой стадии онтогенеза. Например, благоприятный уровень для нереста может смениться неблагоприятным уровнем для нагула или зимовки молоди, и наоборот. Иными словами, урожайность фитофильных видов рыб определяется особенностями уровенного режима водохранилища в течение всего года (Поддубный и др., 1984).

Исследования динамики уровенного режима Куйбышевского водохранилища в весенне-летний периоды 2010-2015 гг. позволили проанализировать условия формирования численности молоди рыб этих лет (рис. 1).

Как видно из рисунка 1 за шесть исследованных лет динамика уровенного режима в нерестовый период (апрель-июнь) заметно различалась. Так 2014 год по типизации динамики уровенного режима можно отнести ко 2 типу, характеризующегося падением уровня в мае и вторичным подъемом в июне. 2011, 2013 и 2015 годы - к 4 типу, когда заполнение водоёма до НПУ происходит в конце июня. 2010 г соответствует 3 типу, характеризующегося низким уровнем половодья весной, а 2012 г к 1 типу – для которого характерно заполнение водохранилища в апреле–мае, с превышением НПУ и незначительной сработкой уровня воды до самого ледостава. Как следствие, поколения ихтиофауны этих лет значительно различались, как по качественному, так и по количественному составу.

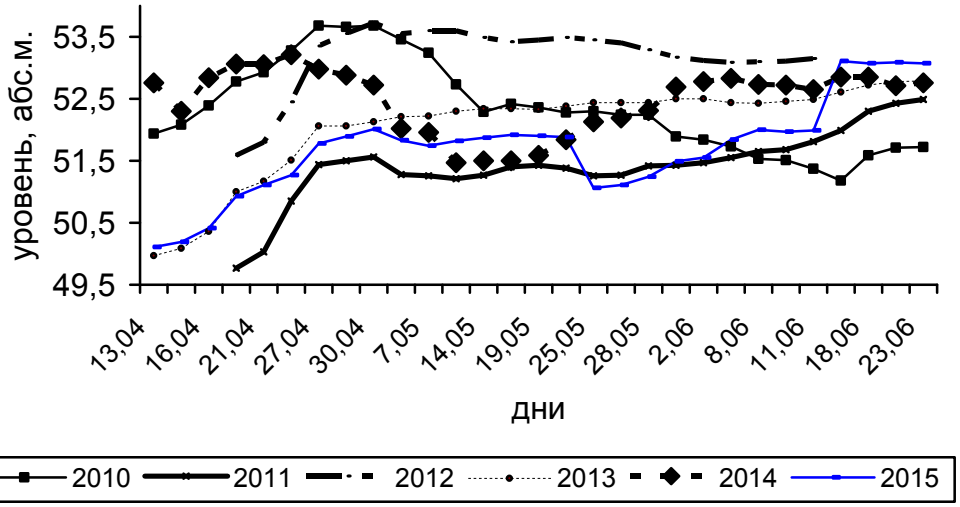


Рисунок 1 - **Уровенный режим центральной части Куйбышевского водохранилища в весенне-летний период 2010–2015 гг.**

Следует отметить, что, судя по полученным данным, наиболее урожайные поколения промысловых рыб образуются при 4-ом типе уровенного режима (2011, 2013 и 2015 гг.), однако анализируя их Махотин (1973) оговаривается, что данный водный режим не благоприятен для эффективного естественного воспроизводства рыбных запасов. По всей видимости, ответ на это заключен в эволюции экосистемы водоема, а именно, в уровне зарастаемости водохранилища в этот период. Увеличение площадей зарастания водоема высшей водной растительностью и заиление мелководных участков, с одновременным их заселением растительностью, возможно, нивелируют и даже увеличивают эффективность размножения фитофильных видов рыб.

Температурный режим водоема, в период исследований характеризовался среднемноголетними показателями. Представленные на рисунке 2 данные по температурному режиму показывают, что динамика нагрева воды в смежные годы по срокам весьма сходны, а колебания температуры воды напрямую зависят от смены погоды (рис. 2).

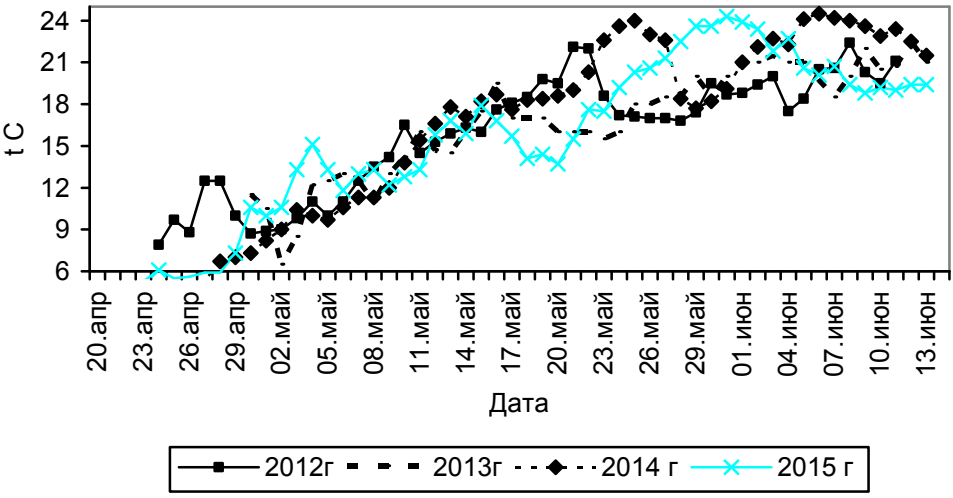


Рисунок 2 - **Температурный режим Мешинского залива в весенне-летний период 2012-2015 гг.**

Ежегодные и частые шторма в мае понижают температуру воды на 3-6 °С, увеличивают мутность воды на мелководьях, забивают нерестилища отмершим рогозом и тростником, что негативно сказывается на продолжительности откладки икры у таких видов как лещ, синец, плотва.

Таким образом, эффективность размножения рыб в водохранилищах определяется основными абиотическими факторами – уровенным и температурным режимом, а также погодными условиями. Кроме того, важным показателем, определяющим обеспеченность нерестилищами фитофильных видов рыб, является степень обводненности заросших мелководий в весенний нерестовый период.

При исследованиях, проведенных в весенний период 2013-2015 гг. в прибрежье, на островных нерестилищах, на 11 контрольных станциях, в пробах, собранных сачком, обнаружены 10 видов рыб, численность которых в пересчете на 1 сачок колебалась от 0,1 до 324 экз./взмах в 2013 году, соответственно, от 0,4 до 44,4 в 2014 году и от 0,1 до 89,6 экз./взмах в 2015 году (табл. 1). Наиболее богат был видовой состав личинок в 2014 году, представленный 10 видами и менее богат – в 2013 (7 видов).

Наибольшую численность в уловах сачком в прибрежных мелководьях во все годы исследования имели личинки плотвы, составляя в среднем 152, 7 экз./1 взмах сачка, с колебаниями от 44,4 до 324 экз./1 взмах сачка. Численность леща в уловах мало отличалась по годам и колебалась от 38,1 до 52,7 экз./1 взмах сачка, составляя в среднем 45,0 экз./1 взмах сачка (табл. 1). Стабильны

(на определенном уровне) ежегодные уловы синца, карася, окуня, язя, ельца, а численность личинок густеры с каждым годом падает (табл.1).

Таблица 1 - **Средняя численность личинок рыб на островных нерестилищах в весенний период 2013 – 2015 гг. (экз./1 взмах сачка)**

Вид	Плотва	Лещ	Густера	Язь	Елец	Синец	Чехонь	Окунь	Уклейка	Серебряный карась
2013	324,0	52,7	10,6	4,6	2,5	0,1	-	-	-	2,8
2014	44,4	44,1	2,6	7,5	2,9	0,4	1,9	0,5	0,5	0,4
2015	89,6	38,1	0,2	2,5	1,5	0,2	-	0,1	1,1	0,3
Среднее	152,7	45,0	4,5	4,9	2,3	0,2	1,9	0,3	0,8	1,2

При исследованиях, проведенных в весенний период 2013-2015 гг. в пелагиали, обнаружены 11 видов рыб. Наиболее богат был видовой состав личинок в 2015 году, представленный 11 видами и менее богат в 2013 и 2014 гг. (по 6 видов).

Средняя численность личинок в пелагиале водоема (в пересчете экз./на 5 мин. лова) колебалась от 1,9 до 18,1 экз./на 5 мин. лова в 2013 году, соответственно, от 1,7 до 14,3 в 2014 году и от 0,05 до 5,2 экз./на 5 мин. лова в 2015 г (табл. 2). Наибольшую численность в уловах составляли представители сем. окуневые (берш, окунь). Численность леща в уловах ежегодно была близка, колеблясь в переделах 1,4 – 1,9 экз./на 5 мин. лова и статистически была не различима.

Таблица 2 – **Средняя численность личинок рыб в пелагиале залива в весенний период 2013-2015 гг. (экз./на 5 мин. лова)**

Год	Судак	Окунь	Берш	Ерш	Лещ	Тюлька	Плотва	Язь	Жерех	Чехонь	Уклейка
2013	2,9	15,4	18,1	3,0	1,9	13,9	-	-	-	-	-
2014	7,7	14,3	3,7	2,2	1,7	7,4	-	-	-	-	-
2015	0,9	4,5	5,2	0,4	1,4	1,6	0,6	0,15	0,05	0,15	0,5

По результатам исследований летнего периода 2012-2015 гг. в уловах обнаружено 15 видов рыб на стадии сеголеток (0+). Во все годы наблюдений основную часть уловов составляли сеголетки тюльки, уклейки, леща, а в 2014 году и густеры (табл. 3). В 2015 году около половины всех выловленных сеголеток составляла тюлька (47,22%), а в 2012 году уловы её достигали более 70%, что указывает на высокую эффективность размножения и благоприятные условия нагула рыб в водоёме. Этому также способствовала высокая численность нерестового стада тюльки в водохранилище в последние годы. Следовательно, несмотря на то, что данный вид короткоцикловый, пополнение ее стада будет стабильным.

Значительную долю в уловах от 19,3% (2012 г) до 42,5% (2014 г) занимали сеголетки уклейки. Такая картина в водохранилище наблюдается ежегодно. Являясь видом с порционным икрометанием, уклейка успешно приспособилась к размножению в водохранилище, о чем свидетельствуют ежегодные высокие показатели численности её молоди в водоёме.

Подтверждается эффективность размножения леща в водохранилище, уловы которой в 2013 году достигали более 25%, в 2014 г. - 12,1, а в 2015 году около 7,68% (табл. 3). Достаточно высокую численность в уловах занимает и густера 16,5% (2014 г.) и 3,41 (2015 г.), что свидетельствует о благополучном её состоянии в водоёме.

Серебряный карась в уловах 2015 года составил 0,23%, что является наименьшим его показателем, наблюденным за последние 3 года.

Сеголетки видов сем. окуневые в уловах представлены всеми 4 видами, обитающими в водохранилище. Наибольшую численность среди них занимает судак от 0,11% (2012 г.) до 1,88% (2015 г.) и окунь от 0,41% (2012 г.) до 1,81 (2015 г.) (табл. 3).

Таблица 3 - **Видовой состав уловов сеголеток в Мешинском заливе в летний период 2012-2015 гг., %**

Вид	Годы исследований			
	2012 г	2013 г	2014 г	2015 г
Тюлька	**70,26**	**17,03**	**22,1**	**47,22**
Лещ	6,32	**25,06**	**12,1**	**7,68**
Уклейка	**19,33**	**41,59**	**42,5**	**32,86**
Судак	0,11	0,86	0,4	1,88
Густера	0,41	0,2	**16,5**	3,41
Берш	-	0,31	3,2	0,22
Синец	0,15	0,2	-	0,09
Ерш	0,04	0,05	0,1	0,06
Серебряный карась	-	4,58	1,5	0,23
Окунь	0,41	0,25	1,3	1,81
Игла-рыба	2,3	-	-	0,22
Жерех	-	0,56	-	0,51
Язь	-	2,59	-	1,23
Плотва	0,15	6,56	**13,5**	2,58
Сазан	-	0,1	-	-

Примечание: жирным шрифтом выделены доминанты

По результатам исследований осеннего периода 2011 - 2015 гг. в уловах обнаружено 19 видов рыб (табл. 4). Из них 13 видов рыб были на стадии 0+.

Таблица 4 - **Видовой состав уловов сеголеток в Мешинском заливе в осенний период 2011-2015 гг., %**

Вид	Годы исследований				
	2011	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Тюлька	1,1	1,2	**-**	**18,12**	**85,64**
Лещ	**26,2**	**82,2**	**44,80**	**31,14**	**3,27**
Уклейка	7,5	**7,2**	0,21	**13,67**	**4,80**
Судак	-	-	0,26	1,48	0,06
Густера	**-**	**1,9**	**22,89**	10,54	1,88
Берш	0,3	0,4	0,41	1,65	-
Синец	0,1	**1,9**	0,05	0,16	-
Ерш	-	-	0,31		-
Серебряный карась	**46,8**	0,2	6,84	0,16	0,44
Окунь	1,6	0,5	1,23	0,49	0,40
Игла-рыба	3,4	0,8	-		-
Жерех	3,3	0,6	2,31	2,64	0,48
Язь	-	-	1,49	7,58	2,32
Сазан	1,3	0,2	0,77		-
Плотва	**8,2**	0,5	**16,87**	10,87	0,50
Пескарь	0,2	-	-	-	-
Бычок-кругляк	0,2	0,5	-	-	-
Елец	-	-	-	-	0,15
Голавль	-	-	-	-	0,03
Красноперка	-	-	-	0,16	-
Чехонь	-	-	-	-	0,03

Примечание: жирным шрифтом выделены доминанты

Как и в летний период, осенью основную часть уловов составляли сеголетки тюльки, уклейки и леща. При этом доля тюльки в осенних уловах 2015 года достигала в среднем 85,64%, а на ряде станций отмечалось полное её доминирование (табл. 4). Средняя численность тюльки на 1 заброд волокуши составляла 403,22 экз./усилие, максимальная - 1357 экз./усилие.

Во все годы исследований в осенних уловах по численности доминировали также сеголетки леща. Наибольшие показатели его отмечались в 2012 г (82,2%), а наименьшие – в 2015 (3,27%) (табл. 4). Однако, несмотря на небольшую его долю в уловах 2015 года, средняя численность леща на 1 промусилие была относительно высока и составляла 14,4 экз./усилие.

Далее по численности в уловах следовали сеголетки уклейки, достигавшие до 13,67%. Довольно высокую численность составляли и сеголетки язя, колеблясь от 1,49% (2013 г) до 7,58% (2014 г.). Причем их основное количество ежегодно вылавливается лишь на 2-3 станциях, где, видимо, имеются подходящие для этого

вида условия обитания (сочетание открытых плесов и прибрежных зарослей и большое количество затопленных деревьев).

Относительно высокую численность в уловах занимала и густера, средняя численность которой на 1 промусилие достигала 10,2 экз./усилие.

Сеголетки сем. окуневых в осенний период во все годы исследований в уловах представлены в основном окунем, судаком и бершом и лишь в 2013 году вылавливался ерш.

Таким образом, анализ молоди рыб, выловленных в осенний период 2011-2015 гг. выявил, что ежегодно в уловах сохраняется состав доминирующих видов, включающий леща, густеру, уклейку, плотву и тюльку (табл. 4).

Сравнение показателей осенних уловов в исследуемые годы выявило, что при сохранении условий облова (орудия лова, операторы, интенсивность лова и облавливаемые площади водоема) показатели численности молоди тюльки, уклейки, леща, густеры и плотвы – наиболее высоки. Это свидетельствует не только об эффективном их размножении, но и благоприятных условиях нагула молоди. Показатели 2014 года весьма сходны с таковыми 2013 года (табл. 5). Наиболее высокие показатели относительной численности молоди отмечаются в 2015 году, а наиболее низкие – в 2011 и 2010 годах (табл. 5).

Таблица 5 - **Численность сеголеток в Мешинском заливе в уловах в 2010 – 2015 гг.**

Год	**Площадь/объем облова за 1 притонение, м²/м³**	**Численность сеголеток**	
		M±m	**Экз./ м³**
2010	600/750	19,1±13,4	0,025
2011	600/750	70,9±38,3	0,095
2012	600/750	16,0±2,53	0,030
2013	600/750	26,77±0,92	0,035
2014	600/750	28,55±6,08	0,038
2015	600/750	166,32±62,52	0,22

Влияние динамики уровенного режима на формирование поколений рыб и их величины в осенний период наблюдений (2010 – 2015 гг.) представлены таблицы 7.

Смена доминирующих видов молоди и ее численности в уловах в разные годы, с учетом сохранения сетки станций, орудий лова и операторов свидетельствует о влиянии на эти показатели условий размножения. Анализируя данные рисунка 1 можно сказать, что гидрологические условия размножения рыб в центральной части Куйбышевского водохранилища в 2010 – 2015 гг. значительно отличались, что, в свою очередь, сказалось на показателях численности молоди рыб в водоеме (табл. 6).

Таблица 6 - **Показатели численности молоди рыб в осенних уловах волокуши и гидрологических показателей (с 1 мая по 15 июня) центральной части Куйбышевского водохранилища за 2010–2015 гг.**

Год	Численность молоди, экз./усилие			Уровень воды, м			Сроки стояния уровня (±0,2м), сут.	Колебание уровня, м (+/-)
	M±m	Min	Max	M±m	Min	Max		
2010	19,1±13,4	1	125	52,35±0,14	51,18	53,68	5	-2,30
2011	70,9±38,3	5	558	51,43±0,09	49,77	52,49	24	+1,41
2012	17,4±2,6	3	49	53,18±0,12	51,59	53,72	24	-0,55
2013	26,77±0,9	11	180	52,55±0,11	51,96	53,38	20	+1,10
2014	28,55±6,1	20	158	52,47±0,12	51,47	53,21	9	+0,08
2015	166,32±62,52	1	684	51,82±0,01	51,0	53,11	23	+2,11

Таким образом, а основании проведенных исследований отмечено, что эффективность естественного воспроизводства основных промысловых видов рыб Куйбышевского водохранилища зависит от достижения нерестовых температур, оптимального уровня воды в водоёме, без отрицательных колебаний в период размножения рыб, и наличия достаточного количества нерестилищ.

В течение 2011-2013 гг. исследовался видовой состав, показатели численности и динамика молоди рыб в разные периоды года, на различных биотопах и на разных этапах онтогенеза.

Данные, полученные в ходе исследований, показали высокую эффективность размножения промысловых видов рыб в 2011 - 2015 гг., а поколения леща, плотвы, густеры и др. можно считать высокоурожайными. Выявлено, что наблюдаемая динамика уровенного режима водохранилища в течение нерестового и нагульного периодов 2010-2015 гг. является благоприятной как для размножения, так и для нагула молоди и ее можно рекомендовать как оптимальную для установления в водохранилище в весенне-осенний период в последующие годы.

Литература

Кузнецов В.А. Особенности воспроизводства рыб в условиях зарегулированного стока реки. - Казань: Изд-во Казанск. гос. ун-та, 1978. -160 с.

Махотин Ю.М. Эффективность размножения основных промысловых рыб и распределение их молоди в Куйбышевском водохранилище //Автореф. дисс…. канд. биол. наук. Казань, 1973. - 22 с.

Небольсина Т.К., Мосияш С.С. Состояние естественного воспроизводства рыб в Волгоградском водохранилище и мероприятия по его улучшению // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1995. вып. 315. с. 38-46.

Поддубный А.Г., Лапицкий И.И., Володин А.М., Конобеева В.К. Эффективность воспроизводства рыбных запасов в водохранилищах // Биологические ресурсы водохранилищ. М.: Наука, 1984. С. 204–227.

Рыбы Рыбинского водохранилища: популяционная динамика и экология / ред. Ю. В. Герасимов; РАН, Ин-т биологии внутр. вод им. И. Д. Папанина. – Ярославль: Филигрань, 2015. – 418 *с.*

Шакирова Ф.М., Таиров Р.Г., Северов Ю.А. Влияние уровенного режима Куйбышевского водохранилища на формирование его рыбных запасов // Рыбное хозяйство, 2012. №1.- С. 40-43.

ABSTRACT. Based on studies of natural reproduction of the main commercial fish species of the Kuibyshev Reservoir revealed the impact of the level and temperature regimes on its effectiveness. Determine the optimal level of the reservoir regime, without the negative fluctuations in fish breeding period. During the 2011-2015 biennium investigated the species composition, the number of indicators and dynamics of juvenile fish at different times of the year, in different habitats and at different stages of ontogeny.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ПРИБРЕЖНОГО БОКОПЛАВА *LOCUSTOGAMMARUS LOCUSTOIDES* BRANDT, 1851 В НЕПРОТОЧНОЙ СОЛОНОВАТОЙ ВОДЕ

Н.А. Седова[1], С.С. Григорьев[2]
[1]*Камчатский Государственный технический университет (КамчатГТУ), Петропавловск-Камчатский, sedova67@bk.ru*
[2]*Камчатский филиал Учреждения РАН Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, sqri@inbox.ru*

Рациональное кормление полноценными кормами молоди лососевых рыб на рыбоводных заводах является основным условием успешной деятельности хозяйства. Лососевые рыбоводные заводы должны выращивать и выпускать в реки молодь, достигшую в своем развитии покатного состояния, при котором она не задерживается в реках, а быстро скатывается в море или озеро. Эффективность питания рыб бывает наибольшей в том случае, если кормовые организмы отвечают биологическим потребностям рыб. Корм для молоди лосося должен содержать достаточное количество основных питательных веществ. Также следует иметь в виду, что молодь лососей неподвижный корм (со дна, с кормушек) поедает значительно хуже, чем активно плавающий в толще воды.

В основных районах лососеводства имеются богатейшие запасы сырья на базе морских ресурсов. При производстве комбикормов рекомендовано использовать морские ресурсы, имеющиеся на Дальнем Востоке (Кальченко, 2009). Следует помнить, никакие кормосмеси не заменят по качеству живой корм, которым может питаться молодь в природе. Использование живого корма, который мог бы стать наиболее полноценным, близким к естественной пище молоди, и способствующим развитию хватательного рефлекса, на лососевых рыбоводных заводах не практикуется по целому комплексу причин, хотя ресурсы для этого имеются. В значительной степени это относится к гаммарусам, представляющим собой обильный корм в местах своего массового развития (на литорали и в верхней сублиторали) для многих рыб: наваги, корюшки, речной камбалы, бычков, маслюков и др. (Булычева, 1957).

Многим видам гаммарид свойственна эврибионтность, нетребовательность к условиям окружающей среды. Обширная группа литоральных бокоплавов обладает прямым развитием и высокой плодовитостью при нескольких генерациях в год. Они также легко доступны для сбора и содержания. Эти свойства гаммарид позволяют широко использовать их как объектов искусственного разведения в прибрежных хозяйствах с целью промышленного получения пищевого белка (Цветкова, 1975).

Аквариумисты давно содержат и разводят пресноводных теплолюбивых представителей гаммарид. Сотрудниками Мурманского морского биологического института РАН была предложена также установка с проточным водоснабжением для выращивания морского гаммаруса *Gammarus oceanicus* (Пономарев, Лагуткина, 2008). Каспийские амфиподы *Pontogammarus maeoticus* нашли широкое применение в качестве акклиматизантов в обогащении кормовой базы внутренних водоемов, водохранилищ, а также прудовых хозяйств (Грезе, 1951; Иоффе, 1968; Брискина, 1956). Культивированием прибрежных гаммарид дальневосточных морей ранее не занимались. Имеются лишь отрывочные сведения о возможности их культивирования (Манькова и др., 2013).

Широко распространенный и многочисленный у побережья Камчатки один из видов бокоплавов, *Locustogammarus locustoides* (Brandt, 1851), является ценным кормом для многих рыб и перспективным объектом для культивирования. Данный вид выдерживает уплотненные посадки, предъявляет низкие требования к основным параметрам среды, всеядный. *L. locustoides* – бореальный, широко распространенный тихоокеанский эврибионтный вид, который нередко образует чистые популяции, не смешиваясь с другими видами амфипод. Колонии этих рачков можно найти во время отлива на сублиторали Авачинской губы. Данный вид недостаточно изучен в природных условиях, литературные сведения о биологии *L. locustoides* довольно скудны: лишь в нескольких работах упоминается о характере распределения, времени обнаружения отдельных стадий (Гурьянова, 1951; Цветкова, 19751).

В настоящей работе рассматривается возможность выращивания прибрежного широко распространенного и многочисленного бокоплава в искусственных условиях с целью использования его в качестве корма для молоди лососевых рыб на рыбоводных заводах.

Материал и методика

Работа выполнена на кафедре «Водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры» Камчатского государственного технического университета. Сбор материала проводили в период с начала мая 2013 г. по апрель 2014 г. на участке литорали Авачинской губы в черте города Петропавловска-Камчатского. Во время отлива переворачивали крупные камни и собирали в емкость молодь и половозрелых особей гаммарид. Для того, чтобы избежать травмирования рачков, их брали с мелким грунтом. Емкости с рачками и небольшим количеством морской воды доставляли в аквариальную.

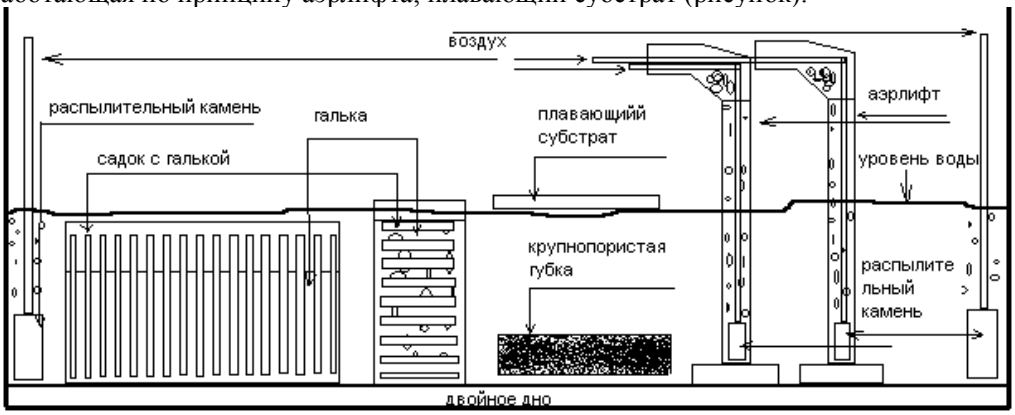
Воду набирали в прибрежной части Авачинской губы вблизи места сбора гаммарид. Соленость набираемой воды колебалась в зависимости от приливно-отливных течений от 10 до 15‰. Хранили воду в аквариальной лаборатории в 5-литровых пластиковых бутылках при комнатной температуре. Смену воды производили при ухудшении параметров среды.

В среднем один раз в месяц производили пересчет живых гаммарид. Предварительно пересчитанных гаммарид рассаживали в емкости с разными условиями. Для содержания гаммарид были подготовлены емкости из пластика, стекла, металла объемом от 0,079 до 27 л. Слой воды в опытах колебался от 0,5 до 25 см.

Всего было проведено более 30 экспериментов и использовано 8 426 экз. гаммарусов. Все эксперименты имеют номер. Предварительные результаты выращивания опубликованы ранее (Седова, Насонова, 2014).

Технология культивирования гаммарид

Установка для выращивания рачков состоит из следующих элементов: система двойного дна (обеспечивает циркуляцию воды под субстратом); садки с галькой различного размера; компрессоры для нагнетания воздуха; трубки, находящиеся в емкости, подключенные к компрессору и распыляющие воздух в воде; крупнопористая губка – субстрат для молоди; пеноотделительная колонка, работающая по принципу аэрлифта; плавающий субстрат (рисунок).



Установка для выращивания *Locustogammarus locustoides*

Очистка соды осуществляется за счет пеноотделительной колонки. Работа пеноотделителей основана на способности молекул белка притягиваться и прилипать под действием электростатических сил к поверхности пузырьков воздуха на границе воды и воздуха. Пеноотделитель удаляет из воды большую часть органических соединений до того, как они подвергнутся разложению. Попутно из раствора удаляются частицы детрита, бактерии и фитопланктон.

Принцип работы пеноотделителя достаточно прост: нагнетаемая с помощью аэрлифта вода активно смешивается с мельчайшими пузырьками воздуха и поднимается по восходящей трубе колонки. Конструкция верхней части трубы обеспечивает разделение поднимающейся воды и возникающей пены; при этом очищенная вода, насыщенная кислородом, отводится обратно в емкость. Полученная пена собирается в выходной части колонки.

Несомненный плюс данной установки – возможность при необходимости извлечь из емкости грунт и промыть его, для этого грунт помещен в садки. Двойное дно и различные субстраты позволяют прятаться особям разного размера, а большое количество разнообразного субстрата уменьшает возможность проявления каннибализма.

Для содержания рачков в качестве вырастных емкостей наиболее удобны прозрачные аквариумы и прозрачные пластиковые емкости. В них развиваются гарпактициды, коловратки и инфузории, способствующие установлению биологического равновесия. Но непрозрачные пластиковые емкости также подходят. Неподходящими оказались металлические емкости (металлическая круглая емкость и эмалированный лоток), в которых наблюдался высокий отход. Предполагается, что рачки испытывают дискомфорт от металлического блеска и слишком гладких стенок. В емкостях с шероховатой поверхностью рачкам было лучше, т.к. они могли прикрепляться к стенкам. В гладких емкостях гаммарусы чувствуют себя прекрасно, но необходим плавающий субстрат.

Аэрацию осуществляли при помощи компрессора. Интенсивность аэрации регулировали вентильными кранами, размерные характеристики пузырьков воздуха в воде регулировали различными типами распылительных камней. Температура воды в разных экспериментах колебалась от 1 до 24 ^{o}C и зависела от температуры воздуха в помещении. Естественное освещение было слабым. В некоторых экспериментах использовали подсветку с помощью люминесцентной лампы мощностью 20 Вт.

Для выращивания рачков может быть использован различный субстрат по структуре, цвету, материалу и т. д.: трубчатый, плавающий, галечный. Трубчатый пластиковый субстрат увеличивает в несколько раз площадь поверхности обитания, что позволяет взрослым рачкам прятаться, но не спасает от каннибализма. Галечный субстрат (мелкий грунт размером 1−5 мм, собранный на берегу моря) при толстом слое быстро заиливается, в нем происходит гниение с выделением сероводорода. Более крупные камни размером от 3 до 7 см в качестве субстрата подходят лучше. Среди них прячутся линяющие особи и молодь. Но в емкостях с крупными камнями затруднена уборка, т. к. имеется большой риск раздавить часть рачков.

Субстрат в виде деревяшек подходит только набранный на океане (топляк). Ветки живых и сухих деревьев не подходят. Хорошо себя зарекомендовали детские деревянные кубики. Плавающий субстрат (деревянные прямоугольники, различные пластиковые предметы) решили несколько проблем: при дефиците растворенного в воде кислорода рачки имели возможность выбраться на поверхность воды. В некоторых случаях на плавающем субстрате удобно кормить рачков, корм дольше не портится, а гаммарусы стаскивают корм в воду по мере необходимости. Деревяшки необходимо один раз в неделю промывать от слизи, один раз в месяц просушивать или заменять. При возникновении анаэробного брожения в грунте, рачки стараются выбраться из воды по углам емкости и на плавающий субстрат.

В чашках Петри без субстрата агрессивного поведения различных размерных групп замечено не было.

Решетки, положенные на дно (двойное дно) и положенные на двойное дно пластиковые перфорированные садки с галечным наполнителем, оказались решением многих проблем. Выживаемость взрослых, линяющих особей и молоди гаммарид в этих садках была намного выше. Увеличивается площадь укрытий, что позволяет прятаться во время линьки большему количеству рачков (предупреждения каннибализма), уменьшается число застойных зон с низкой концентрацией растворенного кислорода, что препятствует анаэробным процессам с выделением токсичного сероводорода. Садки с галечным наполнителем легко извлекать из емкости и промывать.

Крупнопористая губка может быть использована как субстрат для молоди рачков. В губке накапливается активный ил, способствующий очищению воды. Молодь рачков в огромном количестве может там укрываться.

Рацион должен включать белковые и растительные компоненты. В качестве белкового компонента можно использовать вареных кальмаров, дождевых червей, гусениц, вареные куриные яйца. В качестве растительного компонента подходят фрукты, овощи, крупы, крапива и морские водоросли. Все корма необходимо чередовать для полноценного питания рачков. Большая часть рациона должна состоять из различных водорослей.

Для выявления пищевых предпочтений гаммарусам давали различный корм. Кормили рачков сырыми овощами, фруктами, крапивой, водорослями, крупой, живыми гусеницами, дождевыми червями и вареными яйцами и др. Суточный рацион рассчитывали, исходя из средней массы рачков каждой размерной группы. Перед скармливанием корм взвешивали на электронных весах.

Из водорослей рачки в первую очередь съедали свежую и сушеную энтероморфу (*Enteromorpha* sp.) и пальмарию узкоугольную (*Palmaria stenogona)*. Сахарину Бонгарда (*Saccharina bongadiana)*, агарум решетчатый (*Agarum clathrus)* и алярию узкую (*Alaria angusta)* хорошо потребляли только взрослые рачки. Кормить рачков лучше сушеными или свежими водорослями. Замороженную ламинарию давать нельзя, так как она выделяет в воду много слизи, которая забивает жабры рачкам.

Из других продуктов рачки явное предпочтение оказывали бланшированной крапиве, свежему огурцу, живому корму (черви, гусеницы). Если не было другого выбора, хорошо ели различные фрукты и овощи (шкурки оставляли, выгрызая только мякоть), варенный и сырой репчатый лук, белокочанную капусту, бананы, вареную свеклу и морковь. Бокоплавы иногда отказывались от предпочитаемого корма и набрасывались на продукты, которые до этого потребляли плохо. Очевидно, для полноценного питания гаммаридам нужна разнообразная пища. Стартовые корма, применяемые на лососевых рыбоводных заводах, гаммариды есть отказались. Более того, они отказались есть молодь заводского лосося, хотя дикого карася съели вместе с костями.

Кормление рекомендуется производить один раз в сутки или через день. Необходимо следить за поедаемостью корма. Иногда по неизвестным причинам (возможно из-за колебаний атмосферного давления или из-за линьки) рачки, даже находясь в хороших условиях среды, перестают питаться. Корм не следует оставлять больше чем на 2 сут., так как на нем образуется бактериальная пленка.

При заборе в море воды необходимо следить, чтобы в емкости для хранения воды не попали различные живые объекты (мидии, гаммариды, медузы, различные черви и т. д.). Набранная морская вода может храниться в закрытой таре при слабом или рассеянном освещении более двух месяцев, при этом не портясь.

Чистку емкостей и субстрата производили вместе с заменой части воды. При шевелении мелкого галечного грунта выделялись пузырьки сероводорода. Даже после почти полной смены воды смертность рачков в таких емкостях в течение нескольких часов достигала 70%. В литературе не удалось найти сведений о влияние сероводорода на гаммарид, но, судя по наблюдениям, для бокоплавов сероводород очень токсичен. Поэтому в дальнейшем от насыпанного на дно мелкого грунта (фракция от 3 до 10 мм) отказались. Чистку налета на стеклах производили влажной салфеткой.

Влияние факторов среды на выживаемость гаммарид

Опыты показали, что при нормальном содержании кислорода выживаемость от плотности посадки не зависит. При низком уровне воды в емкостях для выращивания от 0,5 до 2 см без аэрации рачки были активные. В емкостях без аэрации с уровнем воды свыше 10 см большинство рачков погибают, тогда как при выращивании при слое воды 0,5-3 см без аэрации выживаемость достигала 99%.

При выращивании концентрация растворенного в воде кислорода колебалась от 1 до 9 мг/л. При содержании кислорода в воде от 1 до 2 мг/л у рачков заметно изменение поведения: перестают питаться, стараются выбраться на воздух. Вода становится мутной, с неприятным запахом из-за возникших гнилостных процессов. Отход за сутки в этом случае составляет от 12 до 37%. В таких критических ситуациях требуется срочная замена воды, уборка погибших рачков и увеличение аэрации воды.

При содержании растворенного кислорода от 3 до 4 мг/л рачки вели себя активно, питались, спаривались, отход в среднем составил 3,4% за 7 дней. В емкостях с плавающим субстратом, рачки выбирались на поверхность дышать атмосферным кислородом, что свидетельствует о недостаточно хороших условиях. При увеличении концентрации растворенного кислорода от 5 до 9 мг/л рачки активно питались.

Рачков содержали с применением аэрации при температуре от 1 до 24 °С, и без аэрации при температуре от 12 до 26 °С. При температуре воды от 1 до 5 °С замечено снижение активности: рачки вялые, двигаются мало, прячутся. Смертность была низкой – менее 1%. При температуре воды от 6 до 10 °С активность увеличивается, рачки перемещаются в поисках пищи. Средний отход за неделю не превышал 3,2%.

При температуре воды от 11 до 15 °С отход увеличился до 4,8%. При температуре от 16 до 20 °С отход был выше. За неделю он составлял в среднем 6,3%. При температуре выше 21 °С вода быстро портится из-за несъеденных остатков корма (корм начинает обволакиваться слизью). Отход в этом случае намного выше – 12% за 7 дней.

В чашке Петри при минимальном уровне воды и температуре 20−24 °С воду меняли через день. Рачки росли, питались водорослями и крапивой. Выживаемость составила 99% за весь эксперимент, несмотря на высокую температуру. Рачки в этом опыте были неполовозрелые (мелкие и средние).

Таким образом, смертельного действия низких и высоких температур на рачков замечено не было, в наших опытах температура выше 24 °С не поднималась. Лучшая выживаемость была при более низких температурах. Мелкие рачки (длиной тела до 7 мм) очень хорошо переносят повышение температуры, растут при температуре воды до 26 °С, но чувствительны к бактериальному загрязнению: при появлении бактериальной пленки на поверхности воды наблюдался массовый отход.

В экспериментах количество аммония/аммиака колебалось от 0 до 8 мг/л. Количество нитритов – от 0 до 10 мг/л. Количество нитратов – от 0,1 до 250 мг/л. В свежей воде концентрация аммония/аммиака была в среднем 0,5 мг/л. Смертность при концентрации аммония/аммиака от 8 до 10 мг/л не превышала 4,2%. При увеличении концентрации нитритов в воде до 5 мг/л наблюдали заметное ухудшение состояния рачков. Даже при содержании кислорода ниже 4 мг/л рачки стараются выползти из воды на плавающий субстрат, что свидетельствует о неблагоприятных условиях обитания. Таким образом, прямой зависимости выживаемости от аммика/аммония и нитратов нами не обнаружено. В течение всего процесса выращивания значение водородного показателя pH изменялось в пределах нормы естественного обитания рачков от 7 до 8,3.

Прямое влияние интенсивности освещения на рачков не отмечено. Когда поставили дополнительное освещение люминесцентной лампой, в емкостях активно начали размножаться гарпактициды, инфузории, коловратки, вода меньше портилась. Следовательно, свет оказывает косвенное влияние на рачков. Влияние продолжительности времени светового периода, возможно, стимулирует процесс размножения. При увеличении продолжительности светового дня количество спаривающихся особей увеличивается. За время проведения всех опытов встречались спаривающиеся особи рачков, но молодь массово появилась только в апреле.

Заключение

В данной работе рассматривается один из вариантов технологии выращивания морских прибрежных бокоплавов в искусственных условиях. Были разработаны предварительные рекомендации по выращиванию *L. locustoides* в непроточной морской воде. Культивирование бокоплавов в искусственных условиях с целью использования в качестве живого корма имеет ряд преимуществ

перед простым сбором их в естественных условиях. Во-первых, в случае культивирования можно иметь живой корм в течение всего года. Кроме того, сбор рачков размером 3−5 мм для кормления молоди рыб затруднен; в аквариумах же молодь бокоплавов появляется регулярно, ее можно легко отлавливать, проливая воду через садки с субстратом. Во-вторых, бокоплавы из естественной среды могут быть переносчиками гельминтов и других болезней рыб. В-третьих, культивирование гаммарусов исключает опасность подрыва естественных запасов прибрежных амфипод.

L. locustoides является ценным кормом для многих рыб и перспективным объектом для культивирования. Данный вид выдерживает уплотненные посадки, предъявляет низкие требования к основным параметрам среды, всеядный. Выживает при концентрации растворенного в воде кислорода менее 3 мг/л. Прибрежными морскими гаммаридами можно с успехом кормить пресноводных рыб, т.к. представители родов *Locustogammarus* и *Anisogammarus* в течение длительного времени могут жить в пресной воде. В этом случае риск заражения аквариумных рыб паразитами минимален, т.к. в пресной воде морские паразиты и промежуточные стадии развития гельминтов погибают. *L. locustoides,* как корм могут также быть востребованы у аквариумистов для кормления крупных рыб. Выращивать гаммарусов можно также для кормления молоди на лососевых заводах (приучать молодь перед выпуском к живому корму), для производителей ценных рыб.

Оптимальные параметры среды для выращивания рачков:

- концентрация растворенного в воде кислорода от 5 до 9 мг/л;
- pH от 7 до 8,3;
- концентрация соединений азота в воде по минимуму (нитрита не выше 4 мг/л);
- температура воды от 12 до 18^{o}C;
- достаточное количество субстрата и укрытий.

Оптимальный уровень слоя воды с аэрацией — 5−10 см, без аэрации — 0,5−1,5 см. Оптимальная температура, при которой рачки активно питались и спаривались — от 11 до 20 °C.

Сложные выростные установки для культивирования *L. locustoides* не требуются, их можно выращивать в непроточной воде, в отличие от пелагических амфипод. Для выращивания подходят также емкости без аэрации с небольшой высотой, но с большой площадью. Плотность посадки для мелких рачков составляет 100 экз./дм^2, для средних — 60−80 экз./дм^2, для крупных — 50 экз./дм^2. В емкостях с пеноотделителем, двойным дном, плавающим и донным субстратом и интенсивной аэрацией оптимальная плотность посадки до — 120 экз./дм^2 крупных рачков и до 150 экз./дм^2 — средних. Отличием разработанной установки для культивирования является использование садков для молоди, плавающего субстрата, двойного дна в сочетании с аэрлифтом.

Заготовку бокоплавов для выращивания лучше производить в конце июня − начале июля. В этот период на литорали можно найти большое количество молодых рачков, а также особей, недавно достигших половозрелости, которые в ближайшее

время будут активно расти и давать потомство. От этих гаммарусов можно в течение года несколько раз получать потомство. В начале зимы часть половозрелых бокоплавов, родившихся весной, заканчивают свой жизненный цикл и начинает отмирать. На зиму целесообразно оставлять только молодых рачков, которые в течение всей зимы в благоприятных условиях еще несколько раз будут размножаться.

Литература

Брискина М.М. Методика разведения низших ракообразных и гаммарид на Чайкендском рыбоводном заводе // Аннотац. к раб. – М.: ВНИРО, 1956. – С. 5−9.

Булычева А.И. Морские блохи морей СССР и сопредельных вод (Amphipoda, Talitroidea) // Опред. по фауне СССР. – Л.: ЗИН АН СССР, 1957. – 186 с.

Грезе В.Н. Байкальские элементы фауны как акклиматизационный фонд // Труды ВГБО. – М.: 1951. – 98 с.

Гурьянова Е.Ф. Бокоплавы морей СССР и сопредельных вод (Amphipoda Gammaridea). – Л.: ЗИН АН СССР, 1951. – 1029 с.

Иоффе Ц.И. Обзор выполненных работ по акклиматизации кормовых беспозвоночных для рыб в водохранилищах // Изв. ГосНИОРХ. – 1968. – 48 с.

Кальченко Е.И. Опыт использования различных типов кормов при выращивании молоди лососей на рыбоводных заводах // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана – КамчатНИРО, 2009. – Вып. 12 – С. 72-79.

Манькова Д.А., Соловьева М.А., Шляхтина К.К., Мамаева Г.Н. Опыт выращивания бокоплавов Locustogammarus locustoides в икусственных условиях // Актуальные проблемы биологических наук / Материалы I межрегиональной молодежной школы-конференции. – Владивосток: «Русский остров», 2013. – С. 179–183.

Пономарев С.В., Лагуткина Л.Ю. Фермерское рыбоводство. – М.: Колос, – 2008. – 347 с.

Седова Н.А., Насонова Н.Е. Культивирование бокоплава *Locustogammarus locustoides* (Brandt, 1851) в непроточной морской воде // Вестник КамчатГТУ, № 29. – Петропавловск-Камчатский, 2014. – С. 75–89.

Цветкова Н.Л. Прибрежные гаммариды северных и дальневосточных морей СССР и сопредельных вод. – Л.: Наука, 1975. – 257 с.

ABSTRACT. Results of rearing of *Locustogammarus locustoides* in laboratory are presented. The requirements of this Gammarid species to main environment parameters were studied. The species can be widely used as an object of cultivation in coastal farms due to its eurybiontic, omnivorous, and easy collection for maintenance. Description of equipment for cultivation gammarids is given. Basic environmental conditions for the cultivation of gammarids: the concentration of dissolved in water oxygen varied from 5 to 9 mg / l; pH from 7 to 8.3; the concentration of nitrogen compounds is not higher than 4 mg / l; water temperature varied from 12 to 18 °C; a sufficient amount of substrate and shelters.

ЭКОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕЛЬДИ БЕЛОМОРСКОЙ (*Clupea pallasi maris allbi* Berg) КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА

Т.В. Семивражнова, Р.Р. Сайфуллин
Институт фундаментальной медицины и биологии К(П)ФУ, Казань
Saifullin1955@mail.ru

На протяжении десятилетий морские сельди были и остаются одним из важнейших объектов промысла. Развитие данного промысла в Белом море относится к началу XIV столетия, к моменту возникновения Соловецкого монастыря. Научным изучением ее занимаются с 1923 г., и в основных чертах состав, распределение и миграции беломорских сельдей можно считать выясненными (Аверинцев, 1928). В наше время беломорская сельдь занимает важное место по размерам улова в данном водоеме. Современное, весьма сложное, состояние беломорского рыболовного промысла обусловлено резким снижением уловов сельди (Дмитриев, 1946). Изучению биологии беломорской сельди посвящен ряд исследований (Алтухов, 1975; Артемьева, 1975). Н.Я. Данилевский (1890) в своем «Исследовании состояния рыболовства в России» пишет , что в Белом море обитает один вид сельди, разделяющийся на две разновидности; из них мелкая ловится в Онежском заливе и отчасти в Двинском, а более крупная - преимущественно в Кандалакшском заливе (Данилевский, 1890). По мнению Данилевского мелкие сельди Белого моря походят на сельдей Балтийского моря, а крупные - на океанических сельдей.

Как указывают Ю.Е. Лапин Ю.Е. и В.В. Похилюк В.В. (1990), исследователь А.Б. Гейнке имел в своем распоряжении 50 сельдей из Белого моря (Соловецкие острова), собранных в период с 17 июня и по 24 августа 1891 г. По его мнению, сельди Белого моря представляют совершенно особую группу, отличающуюся настолько от остальных сельдей, что ее можно принять за самостоятельный вид. Также он указывает, что сельди Белого моря выделяются среди других очень малым числом позвонков (53,6), малым числом килевых чешуй между брюшными плавниками и анальным отверстием (12,4), коротким туловищем и значительной длиной хвостового отдела тела. Он указал также, что сельди Белого моря очень напоминают сельдей восточных берегов Японии; однако последние отличаются гораздо большими размерами (до 300 мм и более в длину), а также чрезвычайно большой длиной головы по отношению к длине тела. Образ жизни и время икрометания сельдей Белого моря остались для него неизвестными (Лапин, Похилюк, 1990).

В 1925 г. появилась работа А.И. Рабинерсона, в которой автор среди сельдей Белого моря, называемых Л.С. Бергом *Clupea harengus pallasii maris-albi*, устанавливает существование двух рас. А.И. Рабинерсон считает, что эти расы географически не обособлены и обе встречаются и в Кандалакшском и в Онежском

заливах, отличаясь одна от другой темпом роста; следовательно, особи одной из них более крупны, а другой - мелки. Благодоря малому количеству сельдей, бывших враспоряжении А.И. Рабинерсона, он имел дело не с чистыми расами, а с их смесью; помимо того, этому автору не удалось разобраться в биологических особенностях той и другой рас.

После исследования темпа роста сельдей из 2-х районов Белого моря (Сороки и Кандалакши) в весенних уловах 1923 г. А.И. Рабинерсон переходит к выяснению зависимости размеров сельдей различного возраста от роста их в течение первого года жизни. Он оперирует с коэффициентами корреляции и приходит к заключению, что чем старше рыба, тем слабее влияние размеров, достигнутых ею в стадии годовика. Он сравнивает не только сороцких сельдей с кандалакшскими, но к этому присоединяет также сравнение кандалакшских сельдей из разных уловов. Относительно кандалакшской сельди автор пишет: «Мелкая кандалакшская сельдь - жилая раса губы». Чтобы решить вопрос о промысловых признаках осенней сельди, А.Я. Рабинерсон, пользуясь методом корреляции, занимается приведением веса егорьевских и успенских сельдей к одной длине (Рабинерсон, 1925).

Работа А.Я. Рабинерсона, несмотря на большой объем, мало подвинула вперед знания относительно сельдей Белого моря. Н.Я. Данилевский (1890) признавал существование крупной и мелкой разновидности и полагал, что первая встречается по преимуществу в Кандалакшском заливе, а вторая - в Онежской и Двинской губах.

Наш ихтиологический материал (494 экз.) собран в июне 2014-2015 гг. в районе острова Средний Губы Чупа Кандалакшского залива с помощью ставных сетей ячеей от 18 до 50 мм. Камеральная обработка материала проводилась согласно общепринятой методике (Правдин, 1966). Статистическая обработка полученных результатов проводилась по общепринятым методикам с использованием компьютерных программ Exel и Statistica. Для изучения эколого-морфологических показателей беломорской сельди решались такие задачи как: изучение размерно-весового, возрастного и полового состава данного вида.

Решение поставленных задач с использованием данных методов определило результаты нашего исследования. Размерный состав сельди беломорской в исследованном материале 2014 г. колебался от 15 до 23 см при средней длине 20,7$\pm$0,4 см (табл. 1). Основную массу составили особи длиной от 19 до 21 см (65,8%), среди которых доминировала группа размерами 19–20 см (32,1% от общего числа).

Летом 2015 года была отловлена беломорская сельдь длиной от 13 до 35 см (табл. 2.).Наименьшую численность имели крупные особи длиной от 33 до 35 см (1 экз.).

Таблица 1 - **Размерный состав сельди беломорской Кандалакшского залива (июнь 2014 г.)**

Длина рыб, см								%	N
15,1- 15,9	**16,1-16,9**	**17,1-17,9**	**18,1- 18,9**	**19,1-19,9**	**20,1-20,9**	**21,1-21,9**	**22,1-22,9**		
1	8	23	19	62	55	18	7		193
0,5	4,1	11,9	9,8	32,1	28,5	9,3	0,4	100	

Основную массу составили особи длиной от 17 до 21 см (74,1%), среди которых доминировала группа размерами 18-21 см (37,2% от общего числа). Средняя длина рыб составила 19,3+0,2 см.

Таблица 2 - **Размерный состав сельди беломорской Кандалакшского залива (июнь 2015 г.)**

Длина рыб, см											%	N
13,1-14,9	**15,1-16,9**	**17,1-18,9**	**19,1-20,9**	**21,1-22,9**	**23,1-24,9**	**25,1-26,9**	**27,1-28,9**	**29,1-30,9**	**31,1-32,9**	**33,1-34,9**		
2	19	111	112	18	14	7	7	6	4	1		301
0,7	6,3	36,9	37,2	5,9	4,7	2,3	2,3	2,0	1,3	0,3	100	

Вес сельди беломорской в уловах 2014 г. варьировал от 25 г до 100 г (табл. 3). Вес основной части материала находился в пределах 50-70 г (%). Преобладающая весовая группа, составляющая 15,5% от всего материала, была в пределах от 55 до 60 г. Крупные рыбы (более 95 г) составили 1,6% от общего числа, доля мелких рыб (менее 35 г) от общего числа составила всего 4,6%. Средний вес сельди беломорской в 2014 г. составил 57,1±8,5 г. Вес сельди беломорской в материале 2015 г. варьировал от 20 г до 400 г (табл. 4). Вес основной части материала находился в пределах 20-80 г (89,3%). Преобладающая весовая группа, составляющая 52,5% от всего материала, была весом от 20 до 50 г. Крупные рыбы (более 310 г) составили всего 1% от общего числа. Доля мелких рыб (менее 20 г) от общего числа составила всего 52,5%. Средний вес сельди беломорской составил 87,1±9,8 г.

Таблица 3 - **Весовой состав сельди беломорской Кандалакшского залива (июнь 2014 г.)**

Вес рыб, г															%	N
25,1-29,9	**30,1-34,9**	**35,1-39,9**	**40,1-46,9**	**45,1-49,9**	**50,1-54,9**	**55,1-59,9**	**60,1-64,9**	**65,1-69,9**	**70,1-74,9**	**75,1-79,9**	**80,1-84,9**	**85,1-89,9**	**90,1-94,9**	**95,1-99,9**		
2	7	13	11	13	20	30	20	21	16	18	6	7	6	3		193
1,0	3,6	6,7	5,7	6,7	10,4	15,5	10,4	10,9	8,3	9,3	3,1	3,6	3,1	1,6	100	

Таблица 4 - **Весовой состав сельди беломорской Кандалакшского залива (июнь 2015 г.)**

Масса, г												%	N
20,1-49,9	**50,1-79,9**	**80,1-109,9**	**110,1-139,9**	**140,1-169,9**	**170,1-199,9**	**200,1-229,9**	**230,1-259,9**	**260-289,9**	**290,1-309,9**	**310,1-339,9**	**340,1-369,9**	**370,1-399,9**		
158	94	17	7	4	4	5	2	4	3	2		1		301
52,5	31,2	5,6	2,3	1,3	1,3	1,7	0,7	1,3	0,9	0,7		0,3	100	

Возрастная структура популяции сельди беломорской в уловах 2014 г. была короткой и представлена особями в возрасте 3 и 4 лет (рис. 1). Наибольшую численность имели особи в возрасте 3 лет (поколение 2011 г.), что составило 80,3% от общего числа.

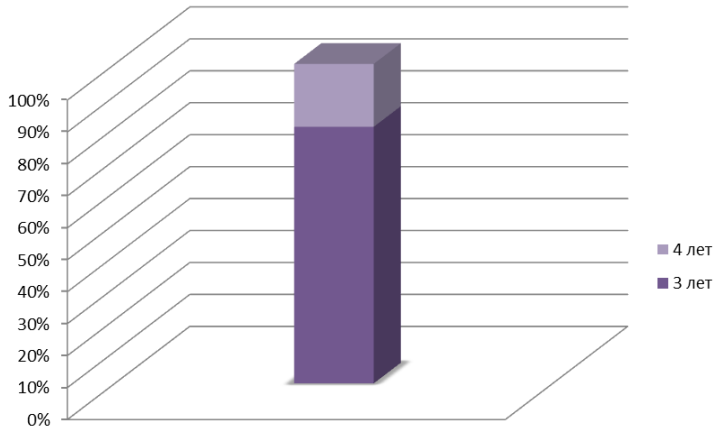


Рисунок 2 – **Возрастной состав сельди беломорской Кандалашского залива в уловах 2014 г**. (справа указан в квадратиках возраст, лет)

Летом 2015 г. возрастной показатель сельди беломорской варьировал от 3 до 6 лет (рис. 2). Наибольшую численность имели особи в возрасте 3-4 лет (поколения 2011, 2012 годов), что составило 85% от общего числа (рис. 2).

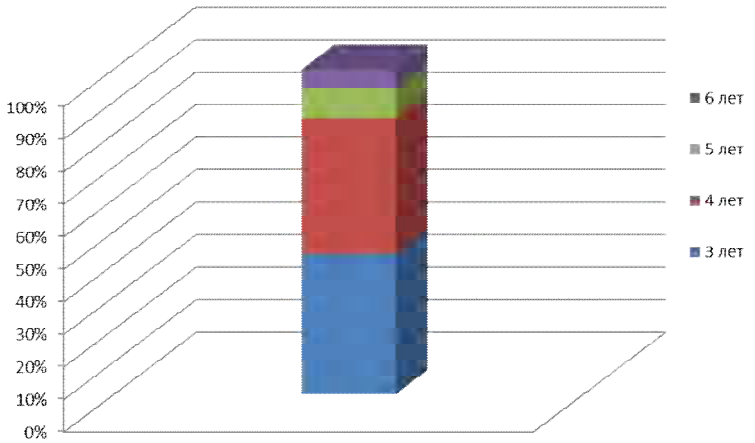


Рисунок 2 – **Возрастной состав сельди беломорской Кандалашского залива в уловах 2015 г**. (справа указан в квадратиках возраст, лет)

Соотношение полов в оба года исследований было в пользу самок: 52% в 2014 г. и 66% в 2015 г. (рис. 3).

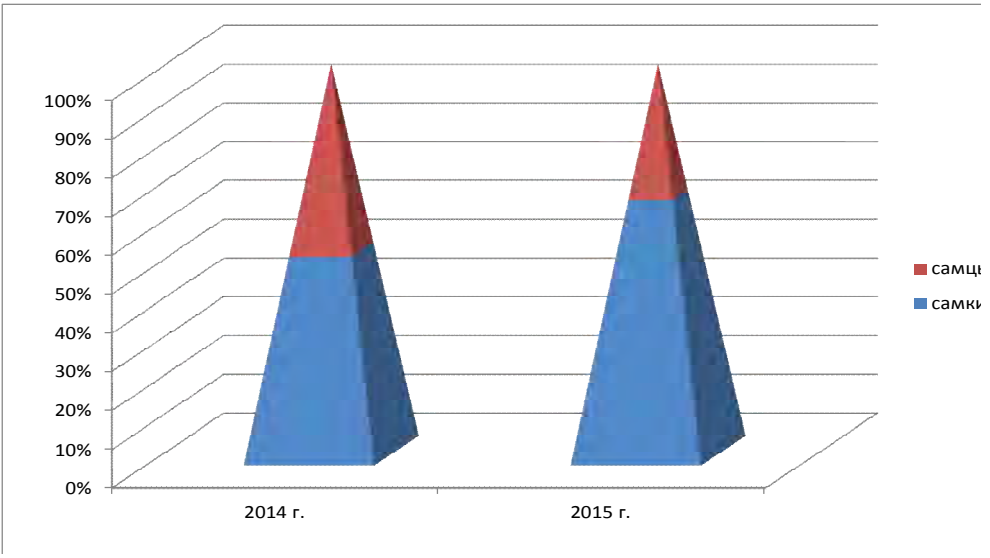


Рисунок 3 – **Половое соотношение сельди беломорской Кандалашского залива**

Выводы

1. В ихтиологическом материале 2014 г. преобладали сельди длиной от 19 до 21 см (65,8%) при средней длине 20,7±0,4 см; летом 2015 г., хотя размерный состав был более растянут (13-35 см), основную массу составили особи длиной от 17 до 21 см (74,1%) при средней длине 19,3+0,2 см.
2. В весовом составе сельди беломорской летом 2014 г. доминировали особи весом от 55 до 60 г, в уловах 2015 г. преобладали более мелкие рыбы весом от 20 до 50 г.
3. Летом 2014 г. наибольшую численность в уловах сельди беломорской имели особи в возрасте 3 лет (поколение.2011 г.), в материале 2015 г. в возрастной структуре доминировали рыбы в возрасте 3, 4 лет (генерации 2011-2012 гг.).
4. В половой структуре отмечается некоторое преобладание самок: 52% в 2014 г. и 66% в 2015 г.
5. Необходимо продолжение мониторинговых исследований биологии беломорской сельди как важного промыслового вида данного северного водоема.

Литература

Аверинцев С.В. Сельди Белого моря // Труды научного института рыбного хозяйства. - 1928. Т.2. - С. 73-112.

Алтухов К.А., Ерастова В.М. Сравнительная характеристика биологических показателей сельди мелкой расы Кандалакшского и Онежского заливов // Биология беломорской сельди. - 1975. - С. 26-37.

Артемьева К.Ф. Об элементарных популяциях беломорской сельди // Биология беломорской сельди. – Л, 1975. - С. 92-94.

Данилевский Н.Я. Взгляд на рыболовство в России // Сборник политических и экономических статей Н.Я. Данилевского. Издание Н. Страхова. - СПб., 1890. - С. 406-451.

Дмитриев Н.А. Биология и промысел сельди в Белом море. - М. Пищепромиздат, 1946. - С. 1- 88.

Лапин Ю.Е., Похилюк В.В. К итогам изучения беломорской сельди / Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря //Тез.докл. IV регион. конф. - Архангельск, 1990. - С. 30-32.

Рабинерсон А.И. Материалы по исследованию беломорской сельди // Труды НИИ по изучению Севера. Вып.25. М, 1925. -146 с.

ABSTRACT. The article describes the history of the study, size and weight, age and sex composition of the White Sea herring Kandalaksha Bay in the summer catches of 2014-2015.

ВКУСОВЫЕ ПРЕДПОЧТЕНИЯ И ПИЩЕВОЕ ПОВЕДЕНИЕ У НИЛЬСКОЙ ТИЛЯПИИ *OREOCHROMIS NILOTICUS*

А.Д. Семячкова, М.И. Виноградская, Е.С. Михайлова, А.О. Касумян
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
elena_mikhailova@mail.ru

Исследование вкусовых предпочтений и оросенсорного тестирования пищевых объектов неоднократно становились целью работ, посвященных хеморецепции рыб (Касумян, Марусов, 2015; Михайлова, Касумян, 2015). Однако виды, выращиваемые в искусственных условиях, редко становятся объектами таких работ. Решение задач в области хеморецепции на видах аквакультуры позволяет не только решить научные вопросы, но и имеет важное практическое значение. Получаемые в результате исследования спектры привлекательных, индифферентных и детеррентных стимулов могут учитываться при создании и модернизации кормов, пищевых добавок для рыб. В связи с этим, цель работы состояла в выяснении вкусовых предпочтений и особенностей оросенсорного тестирования нильской тиляпии *Oreochromis niloticus* – одного из важнейших объектов культивирования во многих странах (Wang, Lu, 2015).

Опыты выполнены на 12 особях (TL = 6.5–7 см), предоставленных компанией «Крафтфиш». В течение всего эксперимента рыбы содержались поодиночке в небольших аквариумах (10 л). К каждому аквариуму была подведена система подачи воздуха. Температура воды поддерживалась на уровне 24 ˚С при помощи обогревателей AquaEl Easy Heater 25W. Грунт в аквариумах отсутствовал.

Во время опытов рыбам предлагали одну агар-агаровую гранулу (2%, Reanal), длиной 4 мм, диаметром 2 мм. Все гранулы содержали краситель Ponceau 4R (5μM, Chroma-Gesellschaft Schmid Gmbh, Германия), придающий им ярко-красную окраску, и один из тестируемых стимулов – вещества или экстракты организмов. Вкусовые вещества (классические вкусовые вещества, свободные *L*-аминокислоты, сахара, водные экстракты животных, водные экстракты растений) вносились в горячий гель во время его приготовления. Для приготовления экстрактов брали навеску (1.75 г) живых или свежезамороженных животных и растений и гомогенизировали в фарфоровой ступке в 4 мл воды. Полученный гомогенат центрифугировали при 7000 оборотов в минуту в течение 10 минут при температуре +20 ˚С на центрифуге ЦУМ-1, супернатант вносили в горячий раствор агар-агара и переливали в чашку Петри. Концентрация экстракта в полученном таким образом геле составляла 175 г/л. Экстракт кожи серой жабы, морской звезды и голотурий готовили из лиофилизованных препаратов,

концентрация экстракта составляла 10 г/л. Концентрации веществ и экстрактов приведены в таблицах.

Эксперименты начинали, когда у рыб, рассаженных по отдельным аквариумам, проходил стресс и восстанавливалось нормальное поведение. Рыбы перемещались по всему объему аквариума, не затаивались, не пугались при приближении экспериментатора и проведении им манипуляций. Каждый эксперимент начинался с внесения в аквариум одной гранулы, вырезаемой из геля непосредственно перед каждым опытом. В каждом эксперименте с помощью электронного секундомера «Интеграл ЧС-10» определяли продолжительность латентного периода (временного промежутка от падения гранулы в воду до ее первого схватывания рыбой), продолжительность тестирования при первом схватывании и в течении всего опыта, подсчитывали число повторных схватываний гранулы. По результатам экспериментов определяли поедаемость гранул – процент потребленных гранул от всех предъявленных. Момент проглатывания гранулы определяли по характерным движениям челюстей и жаберных крышек. Об окончательном отказе от потребления судили по поведению рыбы – уходу в противоположную от гранулы часть аквариума и потере всякого к ней интереса. Если рыба в течении минуты не схватывала предъявленную гранулу, такой опыт не учитывался, а гранула немедленно удалялась из аквариума. Рыб кормили один раз в день личинками Chironomidae по окончании опытов. Всего выполнено 6250 опытов. Статистический анализ проведен с использованием критерия χ^2, *U*-критерия Манна–Уитни и рангового коэффициента корреляции Спирмена (r_s). Для количественной оценки вкусового предпочтения веществ рассчитывали индекс вкусовой привлекательности вещества (ИВП) по формуле:

$$Ind_{pal} = (R - C / R + C) \times 100,$$

где Ind_{pal} – индекс вкусовой привлекательности вещества; *R* – потребление гранул с веществом, в %; *C* – потребление контрольных гранул, в % (Касумян, Морси, 1996).

Поведение рыб. Через 1–2 дня, после помещения рыб в индивидуальные аквариумы, у них проходил стресс и восстанавливалось нормальное поведение. Рыбы спокойно перемещались по всему аквариуму. При приближении экспериментатора – часто занимали положение под отверстием в крышке аквариума, через которое подавались агаровые гранулы и корм. Продолжительность латентного периода была близка для всех стимулов. Почти во всех опытах наблюдалось только одно схватывание гранулы, что отразилось на средних значениях этого параметра (1.0–1.2) и совпадающих или близких значениях времени удержания гранулы после первого схватывания и в течении всего опыта.

Классические вкусовые вещества. Среди классических вкусовых веществ лимонная кислота, сахароза и $CaCl_2$ являются привлекательными для тиляпии стимулами, NaCl не оказывал значимого влияния на потребление гранул. Значимое

отличие от контроля выявлено по числу схватываний гранулы для лимонной кислоты и экстракта Chironomidae, гранулы с которыми потреблялись или отвергались рыбами всегда после одного схватывания. Хлористые соли и лимонная кислота значимо дольше удерживались рыбами во рту (табл. 1). Значимые корреляции выявлены между потреблением гранул с классическими вкусовыми веществами тиляпией и числом повторных схватываний (r_s = –0.81, p < 0.05), а также между продолжительностью удержания гранулы после первого схватывания и в течение всего опыта (r_s = 0.94, p < 0.01).

Таблица 1 - **Вкусовые ответы нильской тиляпии *Oreochromis niloticus* на гранулы с классическими вкусовыми веществами**

Раздражитель	Концен-трация,М	1	2	ИВП	3	4		5
						а	б	
Лимонная кислота	0.1	2.3	87.6 ***	18.9	1.0 *	7.9 ***	7.9 ***	113
Сахароза	0.1	2.4	76.3 **	12.1	1.0	6.3	6.4	114
Хлористый кальций	0.1	2.5	75.9 *	11.9	1.1	7.0 **	7.2 **	112
Хлористый натрий	0.1	4.6	67.0	5.7	1.2	6.9 **	7.3 ***	115
Контроль		2.5	59.8		1.1	5.8	6.0	112
Экстракт Chironomidae	175	2.8	99.1 ***	24.7	1.0 *	6.4	6.4	228

Примечание: 1 – продолжительность латентного периода, с; 2 - потребление гранул, %; 3 – число схватываний; 4 – продолжительность удержания гранулы, с: а – после первого схватывания, б – в течение всего опыта; 5 – число опытов. ИВП – индекс вкусовой привлекательности, %. Концентрация экстракта Chironomidae выражена в г/л. *, **, *** – значимость отличий по отношению к контролю p < 0.05, 0.01, 0.001 соответственно.

Свободные аминокислоты. Из 21 аминокислоты 9 значимо повышали потребление гранул. Остальные – были индифферентными по вкусу веществами (Табл. 2). Детеррентные для тиляпии вещества среди аминокислот не обнаружены. Значимое увеличение времени удержания гранулы по отношению к контролю отмечено для 7 привлекательных по вкусу аминокислот и для нейтрального по вкусу аланина (табл. 2). Значимые корреляции выявлены между потреблением гранул с аминокислотами и продолжительностью их удержания рыбами в ротовой полости как после первого схватывания, так и в течение всего опыта (r_s = 0.76, p < 0.001; r_s = 0.70, p < 0.001 соответственно) и между этими параметрами вкусового ответа (r_s = 0.98, p < 0.001).

Таблица 2 - **Вкусовые ответы нильской тиляпии *Oreochromis niloticus* на гранулы с L-аминокислотами (количество опытов с каждым стимулом – 96)**

Раздражитель	Концентрация, М	1	2	ИВП	3	4	
						а	б
Цистеин	0.1	1.2	99.0 ***	21.8	1.0	7.0 ***	7.0 ***
Норвалин	0.1	1.3	96.9 ***	20.8	1.1	6.3 **	6.5 ***
Валин	0.1	1.2	85.4 ***	14.7	1.0	5.9	6.0
Глутамин	0.1	1.6	84.4 **	14.2	1.0	6.0 *	6.0 *
Лизин	0.1	1.3	84.4 **	14.2	1.0	6.2 *	6.3 **
Фенилаланин	0.1	1.3	84.4 **	14.2	1.1	6.1 *	6.2 **
Треонин	0.1	2.1	82.3 **	12.9	1.0	6.2 **	6.3 **
Метионин	0.1	1.5	78.1 *	10.3	1.0	6.3	6.4
Пролин	0.1	1.7	75.0	8.3	1.1	5.7	5.9
Серин	0.1	1.4	74.0	7.6	1.0	5.8	5.8
Аргинин	0.1	1.2	67.7	3.2	1.1 *	5.6	5.8
Гистидин	0.1	1.3	65.6	1.6	1.1 **	5.5	5.8
Глицин	0.1	1.2	63.5	0	1.1	5.4	5.6
Аспарагин	0.1	1.4	61.5	-1.6	1.0	5.5	5.5
Аланин	0.1	2.2	49.0	-12.9	1.0	6.0 *	6.1 *
Изолейцин	0.01	1.5	86.5 ***	15.3	1.1	6.1 **	6.3 ***
Лейцин	0.01	1.6	71.9	6.2	1.0	6.3	6.3
Триптофан	0.01	1.5	69.8	4.7	1.1	5.5	5.7
Аспарагиновая кислота	0.01	1.3	67.7	3.2	1.0	6.0	6.0
Глутаминовая кислота	0.01	1.4	64.6	0.9	1.0	5.5	5.6
Тирозин	0.001	1.3	63.5	0	1.1	5.4	5.5
Контроль	-	1.1	63.5		1.0	5.4	5.4
Экстракт Chironomidae	175	0.1 **	97.9 ***	21.3	1.0	6.0	6.0

См. примечание к таблице 1.

Сахара. 9 из 13 сахаров приводили к значимому повышению потребления гранул. При этом продолжительность внутриротового тестирования большинства сахаров не отличалась от длительности тестирования контрольных гранул. Значимо более продолжительное тестирование отмечено лишь для сахарина и сорбитола – наиболее привлекательных стимулов в этой серии опытов (табл. 3). Значимая корреляция обнаружена между потреблением гранул и продолжительностью их

тестирования как при первом схватывании (r_s = 0.68, p < 0.01), так и в течение всего опыта (r_s = 0.67, p < 0.01) и между этими параметрами вкусового ответа (r_s = 0.99, p < 0.001). В отличие от серий опытов с классическими вкусовыми веществами и аминокислотами, в серии с сахарами получены значимые отрицательные корреляции продолжительности латентного периода с потреблением гранул (r_s = –0.82, p < 0.001) и с продолжительностью удержания гранулы как после первого схватывания, так и в течение всего опыта (r_s = –0.54, p < 0.05; r_s = –0.54, p < 0.05 соответственно).

Таблица 3 - **Вкусовые ответы нильской тиляпии *Oreochromis niloticus* на гранулы с сахарами (количество опытов с каждым стимулом – 96).**

Раздражитель	Концентрация, М	1	2	ИВП	3	4	
						а	б
Сахарин, соль Na	0.1	1.6 *	91.7 ***	23.1	1.0	5.1 *	5.3 *
D-Сорбитол	0.1	1.5	87.5 ***	20.9	1.0	5.3 **	5.3 ***
D(+)-Глюкоза	0.1	1.5 *	83.3 ***	18.5	1.0	4.7	4.0
D(+)-Манноза	0.1	1.3 **	81.3 ***	17.3	1.0	4.9	4.2
α-Лактоза	0.1	1.6 *	78.1 **	15.4	1.0	4.8	4.1
D-Маннитол	0.1	1.6 *	78.1 **	15.4	1.0	4.5	4.4
D(-)-Фруктоза	0.1	1.5 *	75.0 **	13.4	1.0	4.6	4.0
D(+)-Галактоза	0.1	1.7	75.0 **	13.4	1.0	4.7	4.3
Сахароза	0.1	1.7	71.9 *	12.7	1.0	4.6	4.3
D(+)-Ксилоза	0.1	1.6	67.7	8.3	1.0	4.5	4.5
D(-)-Рибоза	0.1	2.0	65.6	6.8	1.0	4.5	4.4
D-Арабиноза	0.1	2.0	60.4	2.6	1.0	4.5	4.5
Мальтоза	0.1	1.8 **	54.2	-2.9	1.0	5.0	5.0
Контроль		1.9	57.3		1.0	4.2	4.2
Экстракт Chironomidae	175	1.4 *	95.8 ***	25.1	1.0	5.4 **	5.4 **

См. примечание к таблице 1.

Водные экстракты животных. Водные экстракты шести из использованных в работе животных (личинки Chironomidae, креветка *Pandalus borealis*, дафния *Daphnia magna*, артемия *Artemia salina*, коретра *Chaoborus sp.*, каланида *Hemidiaptomus sp.*) были высокопривлекательными стимулами для нильской тиляпии. Потребление гранул с ними в 2.1–2.2 раза превышало потребление контроля, а продолжительность удержания гранулы была значимо меньше (табл. 4).

Таблица 4 - **Вкусовые ответы нильской тиляпии *Oreochromis niloticus* на гранулы с водными экстрактами животных и растений**

Экстракт	Концентрация, г/л	1	2	ИВП	3	4		5
						а	б	
Водные экстракты животных								
Личинки Chironomidae	175	2.1	100 ***	37.7	1.0	3.6 ***	3.7 ***	102
Креветка	175	2.1	100 ***	37.7	1.0	3.2 ***	3.2 ***	81
Дафния	175	2.8	96.1 ***	36.0	1.1	4.6	4.8 ***	77
Артемия	175	2.9	95.8 ***	35.9	1.1	4.1 *	4.3 ***	71
Коретра	175	2.3	94.7 ***	35.4	1.1	4.6	4.9 ***	75
Циклоп	175	1.4 *	92.8 ***	34.5	1.1	3.9 *	4.1 ***	69
Пескоройка миноги (мышцы)	10	3.5	54.9	9.7	1.5	5.4	6.2	71
Пескоройка миноги (кожа)	10	3.7	49.2	4.2	1.7	6.0	7.3	65
Шпорцевая лягушка	10	2.3	31.2	-18.3	2.1 *	6.4	8.3	61
Озерная лягушка	10	3.0	27.9 *	-23.7	2.1 **	4.4 **	6.3	61
Травяная лягушка	10	2.0	13.2 ***	-55.0	2.1 ***	3.5 ***	5.1 **	68
Обыкновенный тритон	10	2.4	12.9 ***	-55.6	2.1 ***	3.3 ***	5.0 **	70
Обыкновенная чесночница	10	3.0	7.7 ***	-70.9	2.3 ***	3.8 ***	5.9	65
Морская звезда	10	3.7	4.6 ***	-81.5	2.2 **	2.7 ***	4.2 ***	65
Красная голотурия	10	3.1	2.9 ***	-87.9	2.5 ***	2.4 ***	4.2 ***	68
Черная голотурия	10	2.3	0.0 ***	-100	2.3 ***	0.9 ***	1.9 ***	66
Серая жаба	10	2.0	0.0 ***	-100	2.2 **	0.7 ***	1.9 ***	71
Контроль		2.1	45.2		1.5	6.0	7.3	84
Водные экстракты растений								
Риччия плавающая	175	1.3 **	95.4 ***	31.2	1.0 ***	5.7	5.8	65
Эйхорния отличная (листья)	175	1.7	93.9 ***	30.5	1.0 ***	4.7	4.8 ***	65
Эйхорния отличная (корни)	175	1.3 *	86.9 ***	27.0	1.2 **	5.0	5.4 **	61
Салат латук	175	1.8	80.8 ***	28.3	1.1 **	5.8	6.3	104
Ряска малая	175	1.8	76.6 ***	21.0	1.3 **	5.7	6.2	77
Элодея канадская	175	1.5	0	-100	3.9 ***	2.5 ***	5.4 *	72
Контроль		1.8	50		1.7	5.9	7.1	74

См. примечание к таблице 1.

Экстракты мышц и кожи пескоройки миноги *Lametra fluviatilis* и экстракт кожи шпорцевой лягушки *Xenopus laevis* не оказывали значимого влияния на потребление рыбами гранул. Опыты с экстрактами пескоройки миноги ни по одному параметру вкусового ответа не отличались от опытов с контролем. В опытах с экстрактом шпорцевой лягушки значимо чаще наблюдались повторные схватывания гранул, тогда как время тестирования достоверно не отличалось от контроля.

Экстракты восьми видов животных (обыкновенный тритон *Lissotriton vulgaris,* озёрная лягушка *Pelophylax ridibundus*, травяная лягушка *Rana temporaria*, обыкновенная чесночница *Pelobates fuscus*, серая жаба *Bufo bufo,* морская звезда *Fromia milleporella*, два вида голотурий *Pseudocolochirus violaceus* и *Holothuria atra*) были для тиляпии детеррентными стимулами, значимо снижающими потребление гранул. Гранулы с этими экстрактами чаще подвергались повторным тестированиям и меньше удерживались рыбами во рту как после первого схватывания, так и в течение всего опыта.

Корреляционный анализ выявил значимые связи между параметрами вкусового ответа тиляпии на гранулы с экстрактами животных. Чем хуже потреблялись гранулы, тем чаще они схватывались рыбами повторно (r_s = –0.96, $p < 0.001$) и тем короче было время их тестирования при первом схватывании ($r_s = 0.51$, $p < 0.05$) (табл. 4).

Водные экстракты растений. Водные экстракты 4 растений (риччия плавающая *Riccia fluitans*, листья и корни эйхорнии отличной *Eichhornia crassipes*, салат латук *Lactuca sativa* ботанический сорт «Афицион» и ряска малая *Lemna minor*) оказывали стимулирующее действие на потребление гранул, повышая его в 1.5–1.9 раза. В этой серии наблюдалось большее число повторных схватываний контрольных гранул, в связи с чем получены значимые отличия по этому параметру гранул с растительными экстрактами. Привлекательные по вкусу гранулы часто проглатывались рыбами сразу после первого схватывания, тогда как гранулы с экстрактом элодеи канадской, которые тиляпия отказывалась потреблять в 100% случаев, подвергались многократным повторным тестированиям, до 14 раз. Продолжительность удержания после первого схватывания гранул с привлекательными экстрактами не отличалась от контроля. Продолжительность удержания в течение всего опыта была меньше, однако значимое отличие наблюдалось лишь для гранул с экстрактами листьев и корней водяного гиацинта. Гранулы с экстрактом элодеи канадской не только подвергались большему числу тестирований, но и существенно меньше времени удерживались рыбами в ротовой полости: средняя продолжительность удержания гранулы после первого схватывания была в 2.4 раза, а для всего опыта в 1.3 раза короче, чем для контрольных гранул (табл. 4).

Выполненные эксперименты показали, что большинство из использованных в работе химически чистых веществ (55.3%) обладают для тиляпии высоко привлекательными вкусовыми свойствами, а остальные не оказывают значимого

влияния. Наиболее привлекательным из использованных нами веществ является сахарин (ИВП = 23.1). Водные организмы, которые могут быть потенциальными объектами питания рыб в природных водоемах, существенно отличаются по своим вкусовым свойствам. Разная вкусовая привлекательность гидробионтов и растений может служить сенсорным механизмом, обеспечивающим селективность питания рыб. Отталкивающие вкусовые свойства некоторых из исследованных гидробионтов указывают на использование ими химической защиты от рыб с помощью природных детеррентов.

Экспериментальная часть работы выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 16-04-00322), анализ результатов при финансовой поддержке РНФ (грант 14-50-00029).

Литература

Касумян А.О., Морси А.М.Х. 1996. Вкусовая чувствительность карпа к свободным аминокислотам и классическим вкусовым веществам // Вопр. ихтиологии. Т. 36. № 3. С. 386–399.

Касумян А.О., Марусов Е.А. 2015. Хемоориентация в пищевом поведении у слепой пещерной рыбы *Astyanax fasciatus* (Characidae, Teleostei) // Экология. Т. 76. № 3. С. 195–211.

Михайлова Е.С., Касумян А.О. 2015. Вкусовые предпочтения и пищевое поведение девятииглой колюшки *Pungitius pungitius* трех географически удаленных популяций // Вопр. ихтиологии. Т. 55. № 5. С. 539–562.

Wang M., Lu M. 2015. Tilapia polyculture: a global review // Aquac. Res. http://dx.doi.org/10.1111/are.12708.

ABSTRACT. Taste preferences of classical taste substances, sugars and free amino acids in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* were determined. It was shown that the major part of substances has a pleasant taste in tilapia. Deterrent substances were not found. Natural extracts of plants and animals living in the aquatic environment, have significantly different palatability in fish. Among them are highly attractive substances with 100% or close to 100% consumption, and strong deterrent substances completely rejected by fish.

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ РЯПУШКИ *COREGONUS ALBULA* LINNAEUS, 1758 ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Т.И. Сергеева, А.В. Барсова

Карельское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Петрозаводск, karelniorh@mail.ru

Онежское озеро – второй по площади водоем Европы и второй по рыбопромысловой значимости среди промысловых водоемов региона Европейского Севера России, принадлежит к бассейну Балтийского моря, расположен на водосборе р.Свири (Ладожского озера). Площадь водосбора, включая зеркало, 66284км^2. В озеро впадают 52 реки длиной более 10 км и порядка тысячи малых речек и ручьев. Высота над уровнем моря 33,3мБС. Котловина тектонического генезиса. Сток зарегулирован, озеро является частью Верхне-Свирского вдхр. (создано в 1951-1953гг.). Главные притоки – Водла, Шуя и Суна, обеспечивают в среднем 58% речного прихода водного баланса озера. Вытекает из озера р. Свирь, впадающая в Ладожское озеро. Онежское озеро – объект совместного пользования 3-х субъектов Российской Федерации. В административных границах Республики Карелия находится около 835 тыс. га зеркала (86,1% от общей площади) , южная часть относится к Вологодской и Ленинградской областям (119 тыс. га и 15,3 тыс. га соответственно) (Состояние.., 2007, Озера Карелии, 2013). Площадь зеркала озера 9693 км^2, длина береговой линии 1810 км, объем водных масс 295 км^3, глубина средняя 30 м, наибольшая 120 м. Длина озера 248 км, ширина средняя 40,2 км, наибольшая 96 км (Озера Карелии, 2013). Значительные размеры и большой период водообмена (13,6 лет) служат причиной консервативности экосистемы. Онежское озеро в основной части своей акватории продолжает сохранять исходный олиготрофный статус. Кормовая база рыб-планктофагов и бентофагов стабильна с тенденцией к небольшому росту (Калинкина и др., 2006). В целом можно констатировать удовлетворительное состояние водной среды Онежского озера для воспроизводства и нагула всей ихтиофауны.

Онежское озеро занимает первое место среди рыбохозяйственного фонда Республики Карелия (РК) по объему вылова рыбы. Анализ официальных статистических данных свидетельствует о значительных колебаниях вылова рыбы в озере: в среднем за пятилетия от 1,06 тыс. т (1996-2000гг.) до 2,8 тыс. т (1986-1990 гг.). За период 2005-2010 гг. общий объем рыбодобычи по данным официальной статистики был относительно стабилен, в среднем – 2,1 тыс. т (колебания от 1,98 до 2,36). В 2011 г. вылов рыбы снизился на треть и составил около 1,4 тыс. т. В 2012-2013 гг. вылов рыбы по водоему увеличился до 1,6-1,7 тыс. т, но не достиг объемов предыдущих лет. В 2014 г. заявленный вылов составил всего 1,03 тыс. т., причем наибольшее падение отмечено для массовых видов рыб – корюшки

и ряпушки, составляющих наибольшую долю в уловах (80-85% заявленного промышленного вылова). Средний объем вылова рыбы в 2011-2015гг. составил порядка 1,4 тыс. т (рис.1).

Европейская ряпушка *Coregonus albula (L.)* - массовая короткоцикловая рыба Онежского озера, которая вместе с корюшкой определяет величину промысла в водоеме. Кроме того, ряпушка играет важную роль в питании хищных рыб. Среди двух экологических форм – обычных размеров и более крупной (килец) – доминирующее положение в промысле занимает мелкая форма (Бабий, Сергеева, 2003). В Онежском озере ряпушка является важнейшим промысловым ресурсом, объемы вылова составляют 18-40% от заявленного промышленного вылова в разные годы. В 60-е годы прошлого столетия ее вылов достигал 1 тыс. т. Вылов высокоурожайных поколений за годы жизни ряпушки колебался в пределах 0,7-1,1 тыс. тонн, низкоурожайных - всего в пределах 200-360 т (Кутузов и др.,1990).

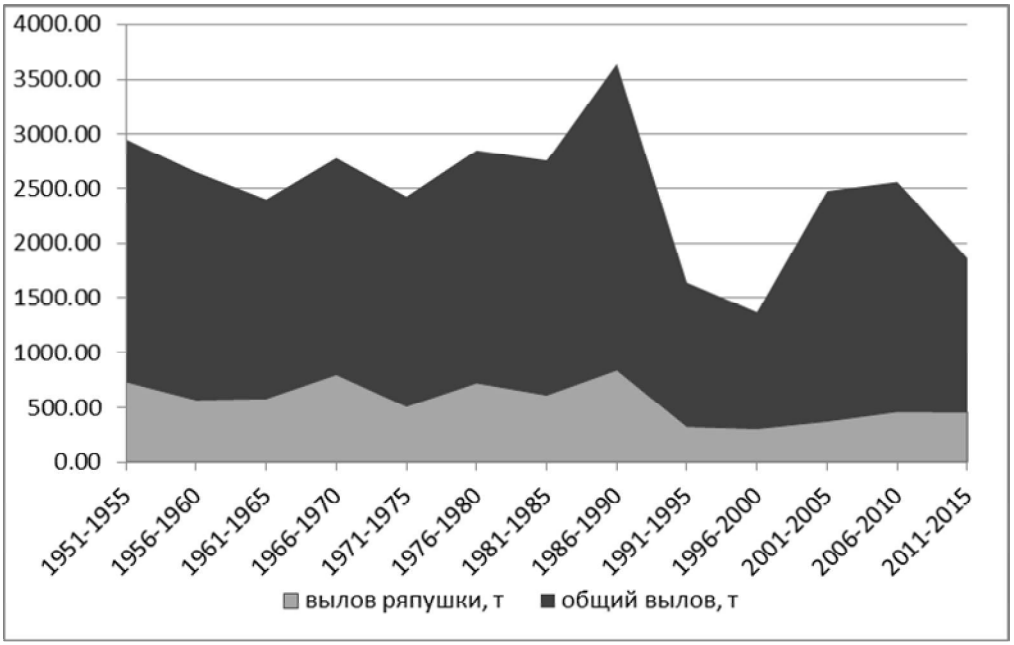


Рисунок 1 **- Динамика вылова ряпушки и общего вылова промысловых рыб в Онежском озере, т**

В последние 10 лет промышленный вылов ряпушки по данным официальной статистики колебался незначительно от 386 до 558т, а ее доля в общих уловах – от 22 до 33% (табл. 1). Промышленный лов паровой, преднерестовой и нерестовой ряпушки проводится м/ч ставными неводами, мережами (заколами) и сетями, в карельской части озера - пелагическим тралом. Повышение среднегодовой

температуры в последние годы привело к продолжительным теплым осенним периодам и ряпушка в основных промысловых районах в массе стала нереститься на глубинах 18-25 м, что затруднило ее облов ставными неводами и привело как к снижению величины общего вылова, так и увеличению доли сетного лова (Лукин и др., 2012). В частности, в одном из основных районов ее добычи – Андоме – в 2012-2015 гг. не было массовых подходов нерестовой ряпушки на места ее традиционного нереста на глубинах 10-15 м, где обычно и выставлялись ставники. Промысел ее в этом районе проводился в основном сетями. Кроме того, в настоящее время все большее значение приобретает сетной лов и по экономическим причинам в связи с его меньшей капиталоемкостью и более высоким качеством получаемой продукции (Шибаев, 2014). Регулирование промысла ряпушки на Онежском озере в настоящее время осуществляется путем установления ВВ (возможного вылова) и наличием промысловой меры (10см), а так же ограничением тралового лова глубинами более 20 м.

Таблица 1 – **Уловы и уровень освоения ряпушки в Онежском озере**

Годы	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Вылов ряпушки, т	507	488	450	430	437	386.48	557.5	516.9	389.6	439.6
Величина возможного вылова, т	650	600	600	600	700	730	750	750	800	900
Уровень освоения,%	78	81	75	72	62	53	74	69	48.7	48,8
Экспертная оценка улова,т	650	600	600	500	500	500	650	650	600	700

Покровским (1953) зафиксирован предельный возраст онежской ряпушки 8+, нами отмечены особи в возрасте 9+ лет массой 128г и длиной 23,7см. Однако в последние годы отмечается снижение предельного возраста ряпушки в промысловых уловах, обусловленное, прежде всего, интенсивным воздействием промысла. В 2014 г. в районе Ивановских островов поймана ряпушка массой 160 г и длиной 24 см в возрасте 7+ лет. Половое созревание онежской ряпушки начинается на втором году жизни (1+), рыбы в возрасте 2+ обычно полностью являются половозрелыми.

Существует не менее трех локальных стад ряпушки: северо-восточное, северо-западное и южное (Покровский, Гуляева, 1969). Самым мощным по численности было и остается северо-восточное стадо, хотя по темпу роста ряпушка этого стада уступает ряпушке других стад. В таблице 2 представлены средние за последние годы биологические показатели ряпушки из разных районов Онежского озера из различных орудий лова.

Таблица 2 – **Возрастной и размерно-весовой состав нерестовой ряпушки из промысловых (ставной невод, сети яч.18мм, пел.трал) уловов в южной части (Вологодская область) и северо-восточной части Онежского озера**

Годы	Стадо	Орудие лова	Возраст, лет									Средние	n
			0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+-9+		
Кол-во в улове, %													
2006-2009	Южное стадо (Вологодская область)	Ставники	0,2	6,1	20,7	28,4	15,0	11,4	10,2	6,6	1,4	3,6+	803
2012-2015		Сети яч. 18 мм			4,9	37,2	41,0	12,8	4,1			3,73+	444
2006-2015	Северо-восточное стадо (Республика Карелия)	Пелагический трал, ставники	1,8	44,3	31,5	15,2	5,4	1,6	0,2			1,84+	2388
Масса, г													
2006-2009	Южное стадо (Вологодская область)	Ставники	4,0	17,2	27,2	38,9	53,1	64,8	72,0	84,7	111,0	45,7	
2012-2015		Сети яч. 18 мм			33,8	43,8	57,3	70,3	88,4			54,3	
2006-2015	Северо-восточное стадо (Республика Карелия)	Пелагический трал, ставники	4,5	12,9	21,4	31,1	47,3	64,3	70			20,6	
Длина АС, см													
2006-2009	Южное стадо (Вологодская область)	Ставники	9,2	13,0	14,9	16,6	18,2	19,7	20,3	21,4	23,1	17,1	
2012-2015		Сети яч. 18 мм			15,5	16,9	18,4	20,1	21,8			18,1	
2016-2015	Северо-восточное стадо (Республика Карелия)	Пелагический трал, ставники	8,0	11,3	13,2	14,9	16,6	18,4	19,3			12,8	

Анализ данных показал, что в южной части озера возрастной состав ряпушки из уловов ставного невода имеет большой диапазон (от сеголеток до девятилеток), в сетных уловах ряпушка представлена всего 5 возрастными классами (трех-семилетками), однако средний возраст рыб почти одинаков (3,6+- 3,7+). Следует отметить также некоторое превышение как по массе, так и по длине одновозрастных рыб из сетных уловов. Это подтверждает мнение ряда исследователей, что сетной лов направлен на отлов быстрорастущих особей, что влечет за собой генетический отбор на тугорослость (Шибаев, 2014).

В северо-восточной части озера в уловах пелагического трала ряпушка представлена большим набором возрастов (от сеголеток до семилеток) при колебании среднего возраста в уловах по годам от 1,33+ до 2,33+. Весовые и размерные показатели ряпушки во всех возрастах данного стада гораздо меньше соответствующих показателей ряпушки южного стада. Однако следует отметить увеличение темпов весового роста ряпушки в этом районе по сравнению с 1979-1996 гг. (Биоресурсы…, 2008).

Расчет численности и биомассы промыслового запаса ряпушки проводился по схеме когортного анализа (Pope,1972) с использованием значений естественной смертности, определенной по методу Л.А.Зыкова (1986). Значение относительной величины нерестового потенциала (ssb*) онежской ряпушки находится в диапазоне 45-55%, что свидетельствует об удовлетворительном состоянии запаса этого вида. Численность промыслового запаса ряпушки Онежского озера в среднем за 10 лет (рис. 2) составляла 165,5 млн. экз., изменяясь от 121 (2006 г.) до 205 млн. шт. (2015 г.). Промысловая ихтиомасса в среднем составляла 3,3 тыс. т, варьируя от 2421 т (2006 г.) до 4337 т (2015 г.). В многолетнем аспекте промысловый запас ряпушки Онежского озера в настоящее время сравним с запасом в 1986-1990 гг. (4,1 тыс. т) и выше среднемноголетнего за 1993-1995 гг. (3,1 тыс. т) и за 1999-2003 гг. (3,0 тыс. т) (Бабий, 2007).

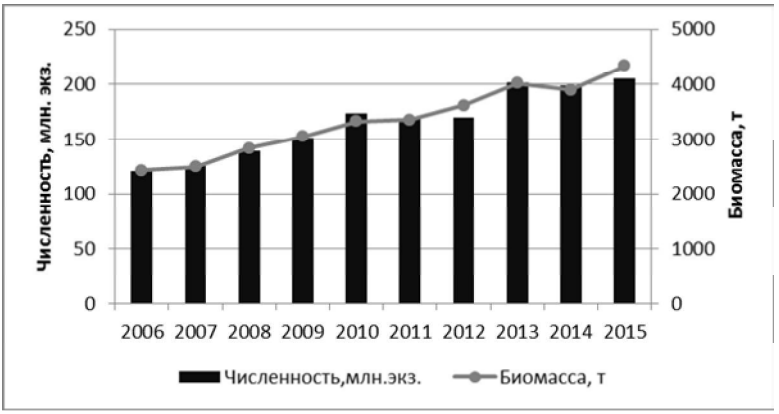


Рисунок 2 – **Промысловая численность и биомасса популяции ряпушки Онежского озера**

Возраст кульминации ихтиомассы, являющийся важным показателем особенностей структуры популяции, у онежской ряпушки приходится уже на первую возрастную группу (сеголетков), что обусловлено с одной стороны высоким уровнем воспроизводства, а с другой – интенсивной элиминацией рыб уже в раннем возрасте. При этом темп элиминации оказывается таким, что его не компенсирует непрерывно протекающий весовой рост рыб (табл. 3).

Таблица 3 – **Численность и биомасса запасов ряпушки Онежского озера (среднее за 2010-2015гг.)**

Возраст	N, млн. экз.	B, т
0+	325	1463
1+	105,1	1302
2+	49,3	1114
3+	22,2	769
4+	9,4	455
5+	3,6	229
6+	1,0	78
Промзапас с 1+ лет	190,6	3947

Таким образом, ряпушка в Онежском озере является массовым короткоцикловым видом, определяющим промысловые возможности водоема. Ее запасы в настоящее время находятся на высоком уровне, позволяющим изымать из водоема до тысячи тонн ежегодно. Снижение вылова ряпушки связано с условиями нерестовой путины в том или ином году и организационными вопросами на промысле. Биологические показатели ряпушки в настоящее время пребывают в оптимальных значениях, а темп роста увеличился. В уловах доминируют половозрелые рыбы в возрасте 1+-4+ лет, массой 15-60 г и длиной 12-18 см.

Литература

Бабий А.А. Рыбохозяйственная система Онежского озера: прошлое и настоящее. Рыбное хозяйство, 2007, №6.с.83-87.

Бабий А.А., Сергеева Т.И., 2003. Крупная ряпушка – килец (Coregonus albula) Онежского озера//Вопросы ихтиологии.т.43,№3.с.345-351.

Биоресурсы Онежского озера.Петрозаводск. Карельский научный центр РАН,2008.272с.

Зыков Л.А. Метод оценки коэффициентов естественной смертности, дифференцированных по возрасту рыб// Изв. ГосНИОРХ, вып. 243,1986.с.14 -22.

Калинкина Н.М., Т.М. Тимакова, Т.П. Куликова, Т.А. Чекрыжева, А.В. Рябинкин, М.Т. Сярки, Е.В. Теканова, Т.Н. Полякова. Гидроэкологические исследования ИВПС на водоемах Карелии // Водные ресурсы Европейского Севера России: итоги и перспективы

исследований. Материалы юбилейной конференции, посвященной 15-летию ИВПС. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. С. 273-294.

Кутузов А.М., Сергеева Т.И., Верещагин Ю.А. 1990. О коррелятивных связях корюшки и ряпушки Онежского озера со структурой и факторами среды. //Сб.науч.тр.ГоСНИОРХ. Вып.316.,Л.С.97-105.//

Лукин А.А., Щуров И.Л., Широков В.А., Бабий А.А., Иванов С.И. 2012. Рыбное сообщество Онежского озера в условиях интенсивного промысла. Ученые записки ПетрГУ.Биология.№6.С.12-19.

Озера Карелии. Справочник / Под ред. Н.Н. Филатова, В.И. Кухарева. Петрозаводск:Карельский научный центр РАН, 2013. 464с.

Покровский В.В. Ряпушка лзер Карело-Финской ССР. Петрозаводск, 1953. С. 20-23.

*Покровский В.В., Гуляева А.М.,*1969. Запасы ряпушки в северо-восточной части Онежского озера//Предварительные результаты работ комплексной экспедиции по исследованию Онежского озера. Петрозаводск. С.40-44.

Шибаев С.В. 2014. Промысловая ихтиология. Калининград: ООО «Аксиос». 535с.

Pope J.G. An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. // ICNAF. Res. Bull. v.9. 1972.p.65-74.

ABSTRACT. In the article has considered the value of vendace in the fisheries of lake Onega. Analyzed the data field of statistics and biological parameters of the vendace from different areas of lake Onega for the past ten years (2006-2015). The study material was gathered from a variety of fishing gear (stationary nets, pelagic trawl, nets). The decrease of fishing at a stable high value of the commercial stock.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВЕЛИЧИНЫ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ВЛИЯНИЯ В СОСТАВЕ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАНИРУЕМОЙ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И СРЕДУ ИХ ОБИТАНИЯ В ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ ПОВОЛЖЬЯ И ЮЖНОГО УРАЛА

Е.Э. Сонина, Е.А. Зотова, С.Н. Макаров, А.С. Пудовкина, Н.В. Собольская
Саратовское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Саратов, eesonina@rambler.ru

Поволжье и Южный Урал являются экономически развитыми и плотно заселенными территориями. Основные отрасли специализации: добыча нефти и газа, нефтяная и нефтехимическая промышленность, машиностроение. Кроме того, в Оренбуржье ведется добыча железных, медных и никелевых руд, асбеста. Регионы имеют благоприятное географическое и транспортное положение, развитую сеть железных дорог, автодорог общего использования с твердым покрытием и водного транспорта. Развито сельское хозяйство: растениеводство - выращиваются масличные, зерновые и овощебахчевые культуры и животноводство (мясомолочное скотоводство, овцеводство, свиноводство, птицеводство). Все это не может не оказывать многостороннего влияния на качество окружающей среды, в том числе и на водные биоресурсы.

Негативное влияние хозяйственной деятельности на водные биоресурсы и среду их обитания в водных объектах рыбохозяйственного значения в настоящее время оценивается согласно «Методике исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам», утвержденной Приказом Федерального агентства по Рыболовству №1166 от 25.11.2011 г. (далее – Методика). Методика включает два самостоятельных раздела: Глава 2 посвящена расчету размера вреда, причиненного водным биоресурсам в результате нарушения законодательства в области рыболовства и сохранения водных биологических ресурсов, а также в результате стихийных бедствий, аномальных природных явлений, аварийных ситуаций природного и техногенного характера, а Глава 3 – расчету размера вреда водным биоресурсам от осуществления планируемой хозяйственной и иной деятельности, влияющей на состояние водных биоресурсов и среды их обитания.

Несмотря на то, что Методика зарегистрирована в Министерстве юстиции РФ (№23404 от 05.03.2012 г.) и имеет силу правового нормативного акта, обсуждение её положений, рекомендации к изменению некоторых пунктов, дополнения и корректировки приведенных величин, продолжаются до сих пор.

Одним из пунктов, носящих в Методике скорее декларативный характер, лишенный конкретизации и формул расчета – п.31 (Гл.3): «В случае, если намечаемая деятельность наряду с негативным воздействием оказывает на водные биоресурсы и положительное влияние, это должно учитываться при определении

объемов мероприятий по восстановлению их нарушенного состояния». Действительно, ряд работ на водных объектах могут оказать отсроченное во времени, как правило, наступающее или сразу после окончания воздействия, либо спустя некоторое время (период восстановления биотопов) положительное влияние на водные биоресурсы или среду их обитания. Например, на внутренних водных объектах к таким работам можно отнести:

- демонтаж русловых опор мостов и эстакад, приводящий к улучшению гидрологического режима водотоков, ликвидации стеснения русел, появлению дополнительной донной поверхности;

- демонтаж береговых сооружений мостов, эстакад и пр. в границах пойм водотоков, приводящий к восстановлению участков заливных пойм, нерестовых площадей фитофильных по отношению к нерестовому субстрату видов рыб;

- крепление осыпающихся (оползневых) берегов, особенно габионными конструкциями, георешетками с заполнением грунтом и посевом трав, приводящее к уменьшению смыва береговых грунтов в период весенних и дождевых паводков и препятствующих повышению мутности воды в эти периоды, заилению русел;

- расчистка русел рек и ложа водоемов, дноуглубление, улучшающие гидрологический и кислородный режим водных объектов, качество воды.

Значительную часть положительного воздействия от вышеперечисленных работ практически невозможно просчитать и учесть количественно при определении величины восстановительных (компенсационных) мероприятий. К тому же, в момент производства этих работ, воздействие их на водные биоресурсы и среду их обитания будет негативным, положительный эффект наступит позднее и определить продолжительность его существования также крайне сложно по причине отсутствия подобных исследований и уникальности ситуаций, складывающихся на конкретных водных объектах. Поэтому практическая реализация п.31 Методики вызывает множество вопросов, споров и обсуждений.

В предложенном разработчиками Проекте Методики (http://www.vniro.ru/ru/vniro/press-tsentr/novosti/1213-novaya-redaktsiya-metodiki-ischisleniya-razmera-vreda-prichinennogo-vodnym-biologicheskim-resursam) предлагается несколько вариантов определения положительного эффекта от соответствующей хозяйственной деятельности (п.51 Проекта Методики):

- посредством подсчета площадей вновь образуемых подводных поверхностей, размещаемых в водном объекте сооружений / конструкций, которые могут покрываться обрастаниями донной флоры и фауны, включая кормовой бентос, а также виды организмов, относящиеся к водным биоресурсам. В дальнейшем эти площади должны вычитаться из площадей дна водных объектов, отторгаемых под основаниями подводных сооружений/конструкций;

- рассчитывать величину дополнительной рыбопродукции от использования детрита (погибших организмов) в тех случаях, когда известны или могут быть рассчитаны величины коэффициентов эффективности использования детрита (формула 25 Проекта Методики).

Первый из предложенных вариантов малоприменим на внутренних пресноводных объектах рыбохозяйственного значения в связи с тем, что, во-первых, пресноводные обрастания не достигают такого разнообразного и мощного развития как морские, во-вторых, как правило, негоризонтальные подводные поверхности конструкций сооружаются из бетона, что не способствует закреплению, укрытию и развитию на нем пресноводных организмов кормового бентоса в той мере, которая характерна для естественных донных субстратов, и приравнивать их по продуктивности к естественным бентосным сообществам нецелесообразно (Сонина, 2010).

Расчет «положительного эффекта» от использования детрита (погибших организмов) зообентоса уже учтен при определении размера вреда: его можно произвести по формуле 5d действующей Методики:

$$N = B \times (P/B) \times S \times K_E \times (K_3/100) \times d \times \theta \times 10^{-3}$$

Для зоопланктона также возможно использовать скорректированную формулу 5:

$$N = B \times (1 + P/B) \times W \times K_E \times (K_3/100) \times d \times 10^{-3}$$

используя величину не 1+P/B, а просто P/B, при этом будет учитываться только потеря продукции кормовых организмов, без учета их биомассы.

Кроме того, подход к гибели организмов кормовой базы как к положительному фактору противоречит как здравому смыслу, так и сути Методики.

Положительное влияние планируемой деятельности нами рассматривалось при осуществлении дноуглубительных или руслоформирующих работ (например, проекты «Расчистка водохранилища на р. Камелик у с. Перелюб Перелюбского района Саратовской области», «Расчистка русла реки Крымза в городском округе Сызрань Самарской области» и др.), а также при демонтаже конструкций, расположенных в руслах, акваториях, на заливных поймах водных объектов.

Например, расчистка водохранилища на р. Камелик в с. Перелюб (Саратовская область) планировалась за счет удаления с его ложа иловых наносных отложений, выпавшей и растущей древесно-кустарниковой растительности в пределах русловых бровок, очистки акватории водохранилища от водной растительности, крупногабаритных остатков древесины и прочего хлама. Реализация проекта позволила бы сформировать близкие к естественным морфометрические параметры русла реки (ложа водохранилища), увеличить средние глубины, уменьшить площади мелководий, зарастающих водной растительностью и повысить емкость водохранилища; снизить шероховатость русла; увеличить пропускную способность русла реки, снизить уровни прохождения весеннего половодья; увеличить дебит грунтовых вод, за счет уменьшения степени кольматации бортов и дна водохранилища; предотвратить зарастание высшей

водной растительностью акватории водохранилища и, в конечном итоге, повысить общий водоресурсный и рекреационный потенциал водохранилища.

Чаще всего для проведения работ по расчистке русел и дноуглубления применяются различные земснаряды (землесосные или многочерпаковые). Использование их оправдано на более-менее крупных водных объектах, однако на малых водотоках, водохранилищах, особенно удаленных от крупных речных магистралей, их применение нецелесообразно, а иногда и практически невозможно. Расчистка водохранилища на р. Камелик была запроектирована плавучим многофункциональным дизельным снарядом (Watermaster), оснащенным различными специальными быстросменными насадками, что обеспечивает совмещение в одном агрегате нескольких однофункциональных машин и механизмов:

- экскаватора на понтонах (тип ковша – обратная лопата, емкостью 0,4 м^3);
- буксирного судна;
- подъемного крана (максимальная грузоподъемность – 3 т);
- механизма для удаления водной растительности (грабли шириной 2,8 м и высотой 0,9 м).

Использование подобного дизельного снаряда позволило избежать потерь кормовых организмов, и ранней молоди рыб, связанных с забором воды для работы земснаряда.

При реализации Проекта были удалены наносные иловые отложения объемом 237,6 тыс. м^3, а также нарушена донная поверхность (с учетом заиления) на площади 30,19 га, повреждены пойменные участки площадью 4,58 га. В качестве негативного воздействия запроектированных работ определены потери:

- организмов кормовой базы: фито- и зоопланктона в зоне мутности, зообентоса на повреждаемой донной поверхности;
- водных биоресурсов (рыб): в зоне мутности (молодь); на временно поврежденной нагульной площади (дно), от временной потери донных и пойменных нерестовых площадей.

Общая величина ущерба водным биоресурсам водохранилища на р. Камелик, с учетом продолжительности работ – 10 месяцев, а также периода восстановления поврежденных площадей – 3-4 года, составила 2,58 т рыбной продукции.

Однако, после осуществления работ по Проекту, предполагается увеличение полезного объема водохранилища на тот объем отложений, который предполагалось изъять – 237,6 тыс. м^3. В рассматриваемом объеме возможно развитие организмов кормовой базы (фито- и зоопланктона), водных биоресурсов (рыб). Расчистка ложа от хлама, водной растительности, иловых наносов увеличит донную поверхность водохранилища на 0,88 га, что приведет к соответствующему увеличению нагульных и донных нерестовых площадей для рыб и появлению дополнительных местообитаний организмов зообентоса.

Количественное определение положительного влияния вышеперечисленных работ производили по формулам Главы 3 Методики:

- формула 5b - прирост рыбопродукции от увеличения биомассы фитопланктона в дополнительном объеме воды – 237,6 тыс. $м^3$;
- формула 5 – прирост рыбопродукции от увеличения биомассы зоопланктона в дополнительном объеме воды – 237,6 тыс. $м^3$;
- формула 5 с - прирост рыбопродукции от увеличения биомассы зообентоса на дополнительной площади дна – 0,88 га;
- формула 4а – прирост рыбопродукции от увеличения численности рыб в дополнительном объеме водной массы – 237,6 тыс. $м^3$;
- формула 3 – прирост рыбопродукции от увеличения нагульных площадей на дополнительной площади дна – 0,88 га;
- формула 4 – прирост рыбопродукции от увеличения донных нерестовых площадей на дополнительной площади дна – 0,88 га.

В расчет положительного эффекта принимались величины биомассы кормовых организмов, P/B коэффициенты, $К_{E,}$ $К_3$ – коэффициенты, которые рыли ранее использованы в расчетах негативного воздействия планируемых работ.

Величина d, используемая в расчете ущерба как степень негативного воздействия намечаемой деятельности, или доля количества гибнущих водных биологических ресурсов от их общего количества, в данном случае рассматривалась как величина восстановления до исходной биомассы, и была принята за 1.

Величина повышающего коэффициента, учитывающего длительность воздействия намечаемой деятельности и восстановления до исходного состояния водных биоресурсов θ, была принята за 1, поскольку расчет положительного эффекта производился как ежегодный. В дальнейшем величину ежегодного прироста необходимо умножать на число лет, в течение которых предполагается существование этого положительного воздействия.

Использование значимых величин d и θ при определении негативного влияния запроектированных работ не позволяет учитывать объемы и площади зон с положительным эффектом при определении общих величин зон повреждения (другими словами, нельзя вычитать площади и объемы зоны с положительным влиянием из соответствующих объемов и площадей с негативным влиянием и полученную разность использовать в расчетах негативного воздействия) и приводит к необходимости отдельных подсчетов положительного влияния намечаемых работ.

По аналогии с п. 39 Методики, рассчитанный по вышеупомянутым формулам, прирост рыбопродукции в дополнительном объеме водной массы и на дополнительных донных площадях отдельно для водных биоресурсов и их кормовых организмов, сравнивался между собой и выбирался наибольший. В рассматриваемом Проекте, ежегодный прирост (положительный эффект) составил 450 кг (из них 360 кг – кормовые планктонные организмы в дополнительном объеме

водной массы, 50 кг – от дополнительных донных нерестовых площадей и 40 кг – от дополнительных нагульных площадей).

Рассмотренные работы по расчистке (дноуглублению) русла оказывали на водные биоресурсы и среду их обитания временное как негативное, так и положительное влияние. В дальнейшем, с течением времени, учитывая характер грунтов в русле и на пойме водотока, его водный режим, произойдет постепенное заиливание русла, зарастание его водной растительностью, поэтому положительный эффект не будет «постоянным».

Кроме работ, связанных с временным воздействием на водные биоресурсы и среду их обитания, нами были рассмотрены работы, предусматривающие «постоянное» положительное воздействие:

- демонтаж русловых опор мостов, эстакад, трубопроводов. По нашему мнению, это приведет к восстановлению на этих участках количественных показателей развития кормовой базы рыб (зообентоса), нагульных и, возможно донных нерестовых площадей (на малых глубинах, небольших водных объектах);

- демонтаж различных сооружений на заливной пойме водных объектов с последующей рекультивацией «освободившихся» площадей. Ожидаемый эффект от этих работ - восстановление пойменных нерестилищ.

Подсчет положительного влияния подобных работ на водные биоресурсы и среду их обитания производился аналогично вышеупомянутому проекту, по тем же формулам, однако в расчет принималась величина продолжительности положительного влияния – срок существования демонтируемых сооружений.

В заключении хотелось бы отметить, что определение положительного влияния должно осуществляться в каждом проекте индивидуально, после тщательного анализа проектных решений, применяемых технологий и используемых механизмов. Зачастую за дноуглубительными работами могут скрываться работы по добыче полезных ископаемых, проводимые не в целях улучшения гидрологического режима водного объекта, а личного обогащения. К сожалению, в настоящее время, законодательно не проработан вопрос контроля за соблюдением Проектных решений, рекомендуемых сроков проведения работ, исполнения заключений о компенсации ущерба водным биоресурсам или проведении восстановительных мероприятий. При оценке воздействия планируемой деятельности это приводит к сомнениям в целесообразности определения положительного воздействия гидромеханизированных работ на водные биоресурсы и среду их обитания, желании увеличить (или хотя бы не уменьшать) величину размера вреда от планируемых работ, подлежащую компенсации.

Таким образом, в качестве положительного влияния запроектированных работ на водные биоресурсы и среду их обитания предлагается рассматривать увеличение полезного объема водной массы водного объекта, увеличение (освобождение от сооружений / конструкций) донных площадей и площадей заливной поймы. Для определения величины положительного воздействия подобных работ возможно применять соответствующие формулы Главы 3

Методики, используемые для расчета негативного влияния, после некоторой корректировки и с учетом времени существования «положительного эффекта».

Литература

Сонина Е.Э. Особенности формирования зооперифитонных сообществ на естественных искусственных субстратах // Экология водных беспозвоночных. Сб. материалов Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Ф.Д.Мордухай-Болтовского. Ин-т биологии внутр.вод им.И.Д.Папанина РАН, Борок, 30 октября – 2 ноября 2010 г. – Ярославль: Принтхаус, 2010. С. 296-297.

ABSTRACT. As a positive effect of the planned activities on aquatic resources and their habitat are invited to consider increasing the useful volume of the water mass of the water body, increase (release from buildings / structures) of bottom areas and space filler floodplain. To determine the magnitude of the positive impact of such works may apply the relevant formulas in Chapter 3, Methodology used for the calculation of the negative impact, after some adjustments, taking into account the lifetime of the "positive effect".

ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ ГИГАНТСКОЙ КРЕВЕТКИ *MACROBRACHIUM ROSENBERGII* (DE MAN, 1879) НА ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ВОДАХ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

С.В. Статкевич
Институт морских биологических исследований им А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, statkevich.svetlana@mail.ru

Гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879), которая также известна, как гигантская речная или малазийская креветка, является объектом массового культивирования в странах Юго-Восточной Азии (New, 1995; New, Valenti, 2000). Этот вид креветок легко размножается в искусственных условиях, отличается высоким темпом роста и относительно несложным циклом выращивания (Сальников, Суханова, 2000).

Крымский полуостров, в силу своих уникальных географических и климатических условий, обладает значительным потенциалом для наращивания объемов производства различных водных биоресурсов. Товарное производство гигантской креветки может стать совершенно новым перспективным направлением развития агропромышленного комплекса Республики Крым и позволит повысить продуктивность аквакультурных хозяйств на 10–20%, а также внесет определённый вклад в решение актуальной задачи современности импортозамещения.

Биотехнология культивирования гигантской креветки включает в себя два основных этапа: получение посадочного материала и товарное выращивание. В районах, отличающихся своими климатическими характеристиками от условий обитания в пределах естественного ареала этого вида креветок, получение ее личинок и молоди, возможно, лишь в контролируемых условиях питомника.

Материал и методы

В условиях питомника молодь гигантской креветки содержали в пластиковых бассейнах объемом 4,5 м^3 (рабочий объем 3,6 м^3 и рабочая глубина 0,4 м) и объемом 1,4 м^3 (рабочий объем 1,2 м^3 и рабочая глубина 0,8 м) с пресной водой.

Каждый бассейн имел системы фильтрации, аэрации и терморегуляции воды. Температура воды поддерживалась на уровне 26–28 ºС. Для предотвращения попадания постличинок креветки в фильтр забор воды производился с использованием насадок покрытых газом ячеёй 900 мкм. Гидрохимические параметры среды выращивания поддерживали на оптимальном для креветок уровне (Сальников, Суханова, 2000). С целью увеличения плотности посадки и повышения выживаемости креветок создавали искусственные укрытия, из кусков дели, черепицы и камней.

Подращивание молоди на термальных водах осуществляли в оборудованной теплице, в которой были размещены две емкости (пластиковый бассейн): длиной 66, шириной 2,5 и высотой 1 м (рабочий объём 140 м^3, рабочая глубина 0,85 м). Температура (на уровне 28 ºС) и смена воды в емкостях для выращивания креветки поддерживались за счет подземного природного термального источника, вода из которого подавалась по трубопроводу. Для фильтрации воды использовали прудовые фильтры (мощность помпы 10000 л/ч).

При проведении стандартного биологического анализа у креветок определяли общую длину (от острия рострума до конца тельсона) и массу тела. Также регистрировали выживаемость креветок. Измерение длины тела осуществляли с помощью штангенциркуля с точностью до 1 мм. Индивидуальную массу определяли с помощью электронных весов (AXIS - 500, точность до 0,01 г), предварительно обсушив животных фильтровальной бумагой.

Интенсивность роста (Q) определяли по формуле (Лакин, 1990):

$$Q = W_к/W_o,$$

где W_o – начальная масса животного (г); $W_к$ – конечная масса животного (г).

Для расчета среднесуточного прироста использовали уравнение (Крюков, Зарубин, 2011):

$$C_{ср} = (10^{(\lg Wк - \lg Wo)/n} - 1) \times 100,$$

где $C_{ср}$ – среднесуточный прирост; W_o – начальная масса животного (г); $W_к$ – конечная масса животного (г), n – число суток между измерениями.

Первичные данные обработаны статистически: рассчитаны средние арифметические и их стандартные ошибки. Зависимости морфологических и функциональных параметров креветки описаны степенными уравнениями и рассчитаны коэффициенты корреляции между ними. Статистический анализ результатов проводили при помощи Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

Размерно-массовые характеристики. В условиях нашего питомника длина тела только что прошедших линьку постличинок составляла 8,23 ± 0,27 мм, а масса 5,159 ± 0,718 мг.

В течение первых двух недель выращивания постличинок гигантской креветки их линейные размеры увеличились в 2,5 раз (20,24 ± 7,92 мм), а масса возросла практически в 6,0 раза (30,89 ± 17,24 мг). На этом отрезке времени полученная зависимость массы от длины тела креветок (рис. 1) описывается степенным уравнением:

$$W = 0{,}302\ L^{1{,}52},$$

где: W – сырая масса 1 экз. молоди креветки (мг), L – длина 1 экз. молоди креветки (мм). Масса креветки имеет значимую корреляцию с длиной (0,93). Выживаемость 96%.

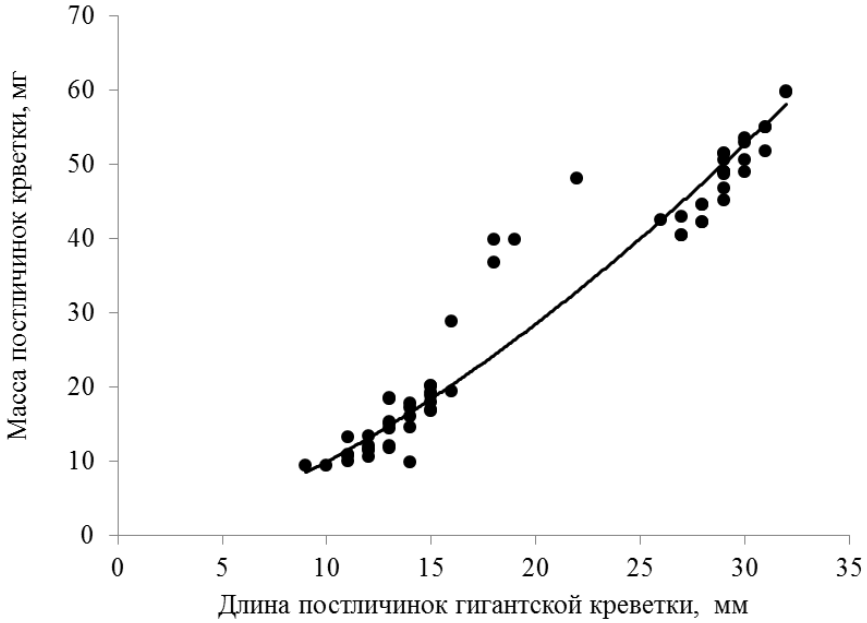


Рисунок 1 - **Зависимость массы от длины постличинок в первые две недели их выращивания**

В течение первых двух недель молодь креветки содержали при плотности посадки 2000 экз./м^2. Подросшую двухнедельную молодь креветки содержали 45 суток при плотности посадки 500 экз./м^2.

Через 45 суток средние размеры креветок составили 51,03 ± 9,51 мм (от 38 до 90 мм), масса – 1193,61 ± 917,201 мг (от 500 до 4959 мг). Полученная зависимость массы от длины тела креветок (рис. 2) описывается степенным уравнением:

$$W = 0{,}001\ L^{3{,}36}\ (r = 0{,}95).$$

Плотность посадки. Доминирующим фактором, влияющим на выживаемость и рост молоди, является плотность их посадки. В первую неделю содержания постличинок допускается плотность посадки 5000 экз./м^2, к концу первого месяца – не более 2000 экз./м^2, к концу второго – 500 экз./м^2, а к концу третьего – 300 экз./м^2 (Сальников, Суханова, 2000). Из-за чрезмерной плотности посадки наблюдаются случаи массового каннибализма, что ведет к высокой смертности молоди гигантской креветки.

Результаты проведенного нами эксперимента по выявлению оптимальной плотности посадки показали, что при увеличении количества креветок от 100 до 5000 экз./м^2 их выживаемость снижается с 94 до 39% за 45 суток подращивания (табл. 1).

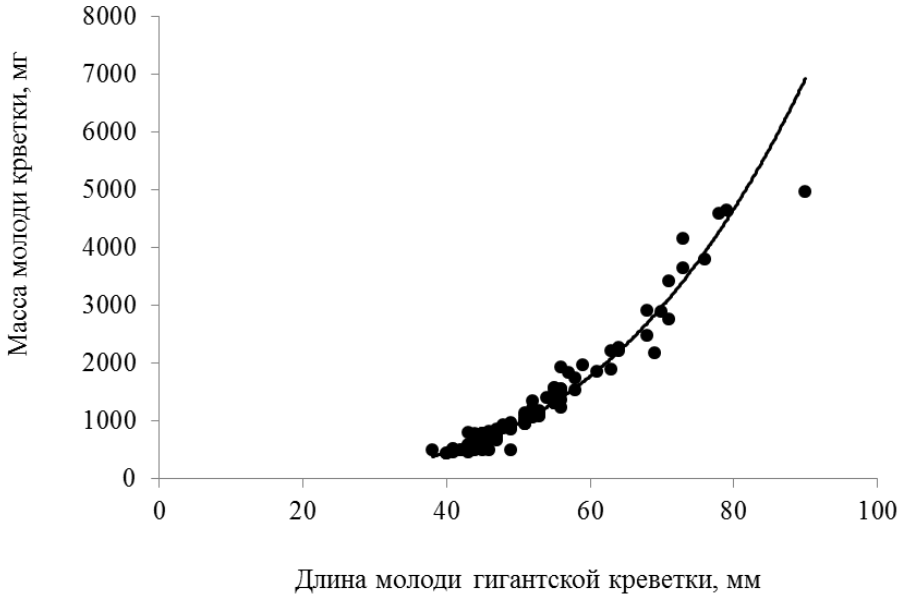


Рисунок 2 - **Зависимость массы от длины молоди креветки**

Таблица 1 – **Влияние плотности посадки на выживаемость молоди гигантской креветки**

№	Начальная численность креветки, экз./м^2	Выживаемость креветки, %	Средняя длина креветок в конце эксперимента, см
1	100	94	5,8 ± 1,6
2	200	94	5,4 ± 1,3
3	500	69	5,1 ± 0,9
4	1000	53	2,8 ± 0,5
5	2000	46	2,4 ± 0,4
6	5000	39	2,2 ± 0,4

Максимальные средние размеры молоди креветок (5,8±1,6 см) зафиксированы при минимальной плотности посадки (100 экз./м^2). Увеличение плотности посадки креветок до 500 экз./м^2 ведет к уменьшению их размеров в 1,1 раза, до 1000 экз./м^2 – в 2,1 раз, а максимальная плотность посадки молоди (5000 экз./м^2) снижает их размеры в 2,6 раза.

Жизнестойкая молодь гигантской креветки, выпускаемая в пруды для товарного выращивания, должна иметь длину не менее 5 см (Сальников,

Суханова, 2000). Такие параметры посадочного материала удается получить при выращивании молоди с плотностью посадки 100, 200 и 500 экз./м^2. Необходимо отметить, что выживаемость креветок при плотностях посадки 100 и 200 экз./м^2 была одинаковой (94%), а при 500 экз./м^2 – в 1,4 раза меньше. Некоторые исследователи рекомендуют при содержании постличинок использовать плотность посадки не превышающую 200 экз./м^2 (Кулеш, 1996), другие – 500 экз./м^2 (Ковачева, 2008). На основании литературных и собственных данных, мы делаем вывод, что оптимальной для выращивания молоди креветки в условиях питомника является плотность посадки 500 экз./м^2, поскольку за одинаковый период времени мы получаем креветку необходимых размеров, но в количестве в 1,8 раз больше, чем при 200 экз./м^2 и в 3,7 раз больше – при 100 экз./м^2.

Температура среды содержания. Основным абиотическим фактором, воздействующим на рост и выживаемость молоди, является температурный режим среды их содержания. Согласно полученным данным в течение 45 суток выращивания (500 экз./м^2) при температуре 22–30 ºС линейные размеры креветки возрастают от 24,25±4,55 до 58,25±16,25 мм, а их масса – от 103,08±35,17 до 1347,75±844,19 мг. В этом температурном диапазоне выживаемость креветок варьирует от 74 до 51%. Как и большинство исследователей, мы считаем оптимальной для подращивания молоди температуру 28 ºС, при которой мы получаем креветку с линейными размерами (более 5 см) необходимыми для товарного выращивания в прудах и выживаемостью (69%) выше, чем при 30 ºС (51%).

Опыт подращивания молоди гигантской креветки на геотермальных водах. С целью отработки интенсивной биотехнологии круглогодичного получения товарной продукции в условиях Крымского полуострова было начато изучение возможности выращивания гигантской креветки с использованием геотермальных вод. Установлено, что при использовании природных источников термальной воды, отвечающей рыбоводным показателям, имеющей оптимальные для содержания температуру и напоры, можно осуществлять самотёчное водоснабжение и значительно снизить вероятность развития заболеваний у гидробионтов из-за высокого качества этих вод. Первые экспериментальные работы по выращиванию жизнестойкой молоди гигантской креветки были проведены на базе пилотной инкубационной установки замкнутого типа с использованием природных источников геотермальных минерализованных вод в центральной части Крыма (п. Новоандреевка).

Полученные результаты, показали высокую эффективность этого метода при выращивании молоди гигантской креветки, которую иллюстрируют следующие важные для аквакультуры показатели:

1. Выживаемость креветок при выращивании на геотермальных водах была высокой и в среднем составила 86% (при плотности посадки 500 экз./м^2), тогда

как в условиях обычного питомника при той же плотности посадки этот показатель в среднем составил 69%.

2. Высокие темпы роста – за 45 суток средняя длина креветок увеличилась практически в 3,8 раза от 20,24±7,92 до 76,74±16,72 мм (рис. 3), тогда как при выращивании в условиях питомника без применения геотермальной воды при соблюдении аналогичных биотехнологических мероприятий (кормление, водообмен, температурный режим и т.д.) темпы роста были существенно ниже и за 45 суток средние размеры креветок возросли в 2,5 раза – от 20,24±7,92 до 51,03±9,51 мм.

Зависимость массы от длины тела креветки описывается таким степенным уравнением:

$$W = 0{,}007\ L^{3{,}04}\ (r = 0{,}95).$$

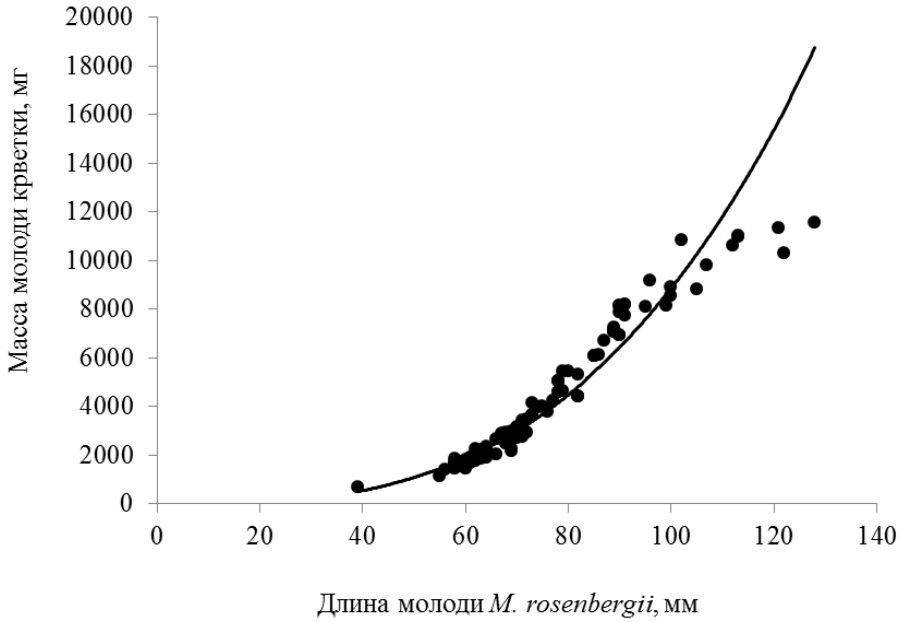


Рисунок 3. **Зависимость массы от длины молоди креветки**

Таким образом, использование теплых геотермальных вод на одном из важных этапов биотехнологического производства – получение жизнестойкой молоди креветки, значительно улучшает показатели бионормативов и при доработке технологии позволят получить товарную продукцию креветки в более короткие сроки.

Рост молоди креветок в экспериментальных условиях. В наших экспериментальных работах отмечались высокие темпы роста молоди на всех этапах исследования, суточный прирост массы за 45 суток составил 8,5% для питомника и 11,7% для теплиц (табл. 2).

Таблица 2 – **Рост молоди креветок в экспериментальных условиях**

Возраст, сутки	Масса, г	Средняя масса, г	Суточный прирост, %	Длина, мм	Средняя длина, мм
1	0,004 – 0,006	0,005		7,9 – 8,9	8,2
15	0,009 – 0,6	0,031	12,93	9,0–33,0	21,3
60	0,5 – 4,96	1,193	8,45	38,0– 90,0	51,0
60*	0,68 – 11,57	4,55	11,72	39,0– 128,0	76,7

* подращивание молоди в теплицах на водах горячих источников

Согласно литературным данным, суточные приросты молоди в возрасте от 1 до 3-х месяцев колебались в пределах 4–7% (Хмелева и др., 1997; Сальников, Суханова, 2000).

Таким образом, использование геотермальных вод для выращивания молоди обеспечивает увеличение темпов роста в 1,5 раза по сравнению с традиционными методами культивирования молоди в условиях питомника. С целью экономии энергоресурсов и осуществления круглогодичного цикла получения товарной продукции рекомендуется использовать геотермальные воды (в зависимости от химического состава) как среду для выращивания, или, как энергоноситель для создания соответствующего температурного режима в емкостях для культивирования креветки.

Литература

Ковачева Н.П. Аквакультура ракообразных отряда Decapoda: камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* и гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii* / Н. П. Ковачева. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 240 с.

Крюков В.И. Рыбоводство. Садковое выращивание форели в Центральной России. / В. И. Крюков, А. В. Зарубин // Учебное пособие для сельскохозяйственных вузов. – Орел: Изд-во «Автограф», 2011. – 32 с.

Кулеш В.Ф. Рост и выживаемость гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) в зависимости от плотности при различных условиях культивирования / В. Ф. Кулеш // Гидробиол. Журн., 1996. – Т 32, №4. – С. 10–17.

Лкин Г.Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.

Сальников Н.Е. Разведение и выращивание пресноводных креветок на юге России / Н. Е. Сальников, М. Э. Суханова. – Астрахань, 2000г. – 230

Хмелёва Н.Н. Экология пресноводных креветок / Н. Н. Хмелёва, В. Ф. Кулеш, А. В. Алехнович, Ю. Г. Гигиняк. – Минск: «Беларуская навука», 1997. – 254 с.

New M.B. Status of freshwater prawn farming: a review / M. B. New // Aquacult. Res. – 1995. – Vol. 26. – P. 1–54.

New M.B. Freshwater prawn culture: the farming of *Macrobrachium rosenbergii* / M. B. New, W. C. Valenti // Oxford, England: Blackwell Science, 2000. – 215 p.

ABSTRACT. One of the perspective directions of increasing the production of aquatic organisms is the rational use of geothermal water. The experiment on the cultivation of juvenile giant freshwater prawn in the thermal waters of the Crimean peninsula, showed extremely high results growth and survival in comparison with the results obtained for the juveniles in the usual nursery. Depending on the chemical composition of geothermal water can be used directly as a growth media, or as an energy source.

МНОГОЛЕТНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЯПУШКИ *COREGONUS ALBULA* В ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЯХ СЯМОЗЕРА

О.П. Стерлигова, Н.В. Ильмаст
Институт биологии Карельского научного центр РАН, ilmast@karelia.ru

На основе многолетних исследований (более 80 лет) проанализированы изменения, происходящие в экосистеме Сямозера, и показано как они отразились на динамике популяции ряпушки *Coregonus albula,* основной промысловой рыбы (до 70% общего улова). Столь длительные наблюдения за озером, проводились и проводятся лишь на немногих водоемах Карелии и России в целом, и только они позволяют уловить сдвиги в состоянии водных экосистем.

Сямозеро находится в бас. Балтийского моря и по классификации П.В. Иванова (1948) относится к среднему типу. Площадь озера - 266 км^2, максимальная глубина - 24.5 м, средняя - 6.0 м (Озера Карелии, 2013). По генезису озерной котловины водоем принадлежит к тектонико-ледниковому типу, по термическому режиму - к умеренному (Литинский, 1959). По цветности воды Сямозера (41 град.) ближе к мезогумозному классу, по содержанию фосфора – к мезотрофному типу (Китаев, 2007).

Относительная стабильность в экосистеме Сямозера наблюдалась с 1932 по 1970 гг. Начиная с 1971 г. в связи с увеличением антропогенного воздействия, водоем претерпел значительные изменения в гидрологическом, гидрохимическом, гидробиологическом режимах. Существенно увеличился приток биогенов, вызванный интенсификацией сельскохозяйственных работ, осушением болот и заболоченных лесов на водосборе, рубкой лесов и рекреацией (использованием береговой зоны под базы отдыха и садоводческие кооперативы). Значительный приток биогенов привел к интенсивному «цветение воды» в озере, уменьшению прозрачности, дефициту кислорода и т.д. (табл. 1).

Таблица 1 - **Лимнологические показатели Сямозера**
(1 – Фрейндлинг и др., 1977; 2 – Современное состояние водных…, 1998; Стерлигова и др., 2002; 3 - 2010–2015 гг. – наши данные)

Показатель	1954 г.[1]	1974 г.[1]	1990-2000 гг.[2]	2010-2015 гг. [3]
Координаты	$61^0$55' с.ш., $33^0$11' в.д.			
Площадь озера, км^2	266	256	256	256
Наибольшая длина, км	24,6			
Наибольшая ширина, км.	15,1			
Максимальная глубина, м	24,5	24,0	24,00	24,0
Средняя глубина, м	6,7	6,0	6,0	6,0
Прозрачность, м	2,6-4,6	0,7-3,0	0,5-3,5	0,9-3,8
Цветность, мг Pt/л	32	30	41	37
pH	6,2-7,4	6,0-7,0	6,4 -7,3	6,2-7,3
Содержание O_2 мг/л Поверхность / дно	9,7 /6,3	8,4 /4,0	8,5 /4,0	8,8 /5,1
Свободный CO_2, мг/л Поверхность / дно	1,3 /4,4	1,5 /8,5	1,4 /7,0	1,2 /5,8
Суммарный азот, мг/л	0,07-0,28	0,40-0,86,	0,2-0,72	0,1- 0,5
Минеральный фосфор, мг/л	Следы	0,004	0,02, в зал. - 0,14	0,01, в зал. 0,08
Биомасса фитопланктона, г/м^3	-	2,8	3,8	2,5
Биомасса зоопланктона, г/м^3	0,4	1,7-2,4	1,6-2,2	1,6-2,1
Биомасса бентоса, г/м^2	2,1	1,9-3,8	1,2-4,0	1,4– 4,0
Общий вылов рыбы, кг/га	4,2	7,5	5,2	5,5

На этом фоне наблюдалось увеличение продукции от первого звена трофической цепи до рыб. Биомасса фитопланктона в 1970 гг. составляла 2,8 мг/л, в 1990 гг. - 4,0 мг/л; зоопланктона в 1950 гг. - 0,4 г/м^3, в 1990 гг. – 2,1 г/м^3; и бентоса соответственно - 1,9-4,0 г/м^2. В составе зоопланктона появились коловратки, характерные для водоемов прудового типа, а в структуре зоопланктона происходит замена длинноцикловых и крупных форм на мелкие и короткоцикловые.

Изменения в экосистеме озера отразились на состоянии рыбного населения, которое представлено 19 видами: лосось, ряпушка, сиг, щука, язь, синец, густера, елец, лещ, плотва, усатый голец, налим, ерш, окунь, судак, уклейка, подкаменщик, щиповка и корюшка (случайно попавшая в водоем в 1968 г.). Наиболее массовыми и многочисленными за прошедшие десятилетия были следующие рыбы:

1940 гг.	1950 гг.	1960 гг.	1970-1990 гг.	2000-2004 гг.	2010-2015 гг.
Ряпушка	Ряпушка	Ряпушка	Корюшка	Окунь	Ряпушка
Судак	Судак	Окунь	Окунь	Корюшка	Окунь
Окунь	Окунь	Судак	Судак	Судак	Судак
Ерш	Ерш	Ерш	Ерш	Лещ	Лещ
Лещ	Лещ	Плотва	Плотва	Плотва	Плотва

Эвтрофирование и случайного проникновения в водоем корюшки, повлияло отрицательно на динамику популяции ряпушки Сямозера. Одна из причин неудовлетворительного состояния ряпушки, вызвана ухудшением условий нереста - заиление нерестилищ, вследствие длительной инкубации икры (6-7 месяцев). Слой осадконакопления достигал 11 мм ежегодно. Другая причина заключается в повышенной смертности ряпушки на ранних стадиях развития (в выедание ее икры беспозвоночными и ершом). Так, один ручейник в зависимости от густоты засева икры сиговых на нерестилищах способен потреблять от 1 до 13 икринок, ёрш — от 1 до 16 икринок в сутки.

Значительный ущерб популяции сиговым рыбам причинило случайное проникновение в 1968 г. в водоем корюшки. Многие исследователи показали, что новые виды, вступая в контакты с аборигенными видвми, значительно преобразуют структуру биоценозов, и их появление имеет экологические и экономические последствия (Решетников и др., 1982; Николаев, 1985; Решетников, Шатуновский, 1997; Дгебуадзе, 2002, 2003; Алимов и др., 2004, 2013; Стерлигова и др., 2002; Дгебуадзе, Павлов, 2007; Шакирова, 2007). Корюшка практически вытеснила из водоема ряпушку путем выедания ее личинок (в одном желудке обнаружено 40 личинок ряпушки и 20 личинок сига).

Ряпушка Сямозера относится к короткоцикловым рыбам (табл. 2). Ее популяция состоит из девяти возрастных групп от 0 до 8+, с преобладанием рыб до 4 лет.

Таблица 2 - **Возрастной состав ряпушки Сямозера**

Годы	**Возраст рыб**									**Число рыб**
	0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	
1954-1962*	–	39,5	45,8	13,5	1,0	0,2	–	–	–	3336
1969-1972**	–	30,7	13,2	53,1	2,0	1,0	–	–	–	1200
1973-1975	–	4,1	8,1	9,6	15,7	50,0	10,5	1,8	0,2	200
1976-1985	–	56,5	19,7	13,2	3,7	1,1	3,3	2,4	0,1	400
2003	4,2	62,5	14,2	18,3	0,8	–	–	–	–	320
2004	–	43,0	33,4	13,6	10,0	–	–	–	–	550
2005-2010	-	44,0	40,0	12,0	4,0					820
2011-2015	1,0	53,0	26,0	18,0	2,0					870

Примечание: * - Вебер, 1962; ** - наши данные

Соотношение возрастных групп в нерестовой популяции изменяется по годам в зависимости от урожайности поколений. Как видно из данных таблицы 1 основу уловов с 1954 по 1962 гг. составляла ряпушка в возрасте 1+-2+ (85%), с 1969 по 1972 г.г. доминировали рыбы 3+ (53%), с 1973 по 1975 гг. -4+-6+ (76%),

и в настоящее время -1+- 3+.

Анализ полученных данных показал, что, при падении численности ряпушки в озере наблюдается увеличение ее среднего размера и массы (рис. 1). Более мелких размеров она была в 1940-1950 гг. (Вебер, 1962) и 1970 гг., а более крупных в 2000 гг. (Стерлигова и др. 2002, 2014). Рост ряпушки сильно влияет и на ее плодовитость, чем он выше, тем больше и плодовитость (табл. 3).

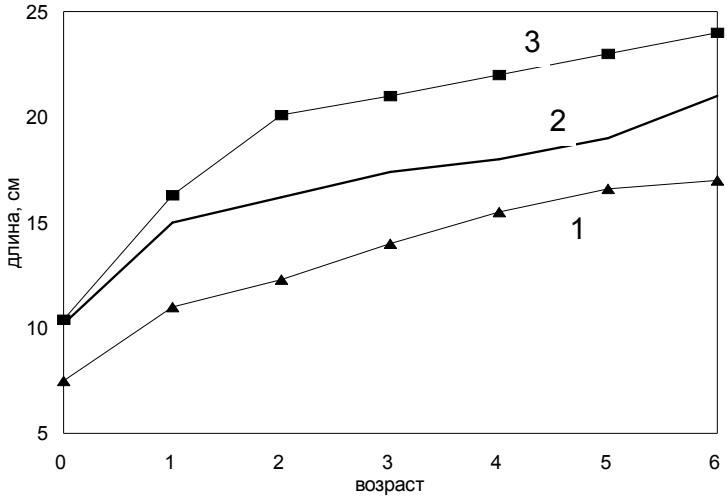


Рисунок 1 - **Линейный рост ряпушки Сямозера**
(1—1950 гг., Вебер, 1962; 2—1970 гг.; 3—1990 гг. наши данные)

Основным кормом ряпушки является зоопланктон. Лишь в короткие периоды вылета насекомых она переходит на питание ими, в это время воздушные насекомые составляют до 99% от веса всего пищевого комка. В течение всего вегетационного периода ряпушка наиболее активно питается при сравнительно низкой температуре воды 16-17 ºС. С прогревом же поверхностного слоя воды до 22 ºС отмечалось снижение потребления корма. В это время рыбы имели минимальные индексы наполнения желудков и держались на глубине.

Многолетние исследования питания хищных рыб Сямозера, выявили значительные изменения. До 1970 гг. хищные рыбы питались ряпушкой, затем с уменьшением ее численности перешли на потребление корюшки, жертву, доступную по размерам на протяжении всего года (рис. 2). Работами ряда авторов показано, что при уменьшении численности основного кормового объекта хищники легко переключаются на другой более доступный корм и собственную молодь (Балагурова, 1963; Попова 1982).

Таблица 3 - **Плодовитость ряпушки Сямозера в разные годы**
(* - Вебер, 1962; ** - – наши данные)

Возраст	Плодовитость		Средние		Кол-во
	АП	ОП	Длина ас, см	масса, г	экз.
1954 г.*					
1+	2520	130	12,3	19,0	10
2+	3280	127	13,5	26,0	10
3+	4090	123	14,7	33,5	8
1973-1975 гг. **					
4+	13000	150	19,0	87,5	60
5+	16100	140	20,0	110,0	130
6+	17000	144	21,0	121,0	30
7+	20000	142	22,6	127,0	3
1989-1997 гг.					
1+	6100	170	15,2	35,0	121
2+	8000	140	17,0	50,0	500
3+	12000	130	19,0	80,0	300
2003- 2004 гг.					
1+	7600	145	16,8	50,0	120
2+	9400	142	18,2	70,0	80
3+	11000	118	19,5	90,0	24
2013 – 2015 гг.					
1+	6000	158	15,0	38,0	110
2+	8100	147	17,0	55,0	75
3+	13000	144	18,7	90,0	35

Выедание молоди на ранних стадиях развития и низкий уровень воспроизводства ряпушки не позволили ей увеличить свою численность. На протяжении почти 25 лет (1973-2003 гг.) ряпушка в уловах практически не отмечалась. Вновь в водоеме она стала единично встречаться с 2002 по 2005 гг., в промысловых уловах - с 2009 г. Ее вылов в 2015 г. составил 70 т. Увеличение численности, следовательно, и вылова ряпушки произошло на фоне резкого снижения численности и вылова корюшки с 30 т (2004) до 0,5 т (2012). В уловах 2013-2014 г.г. корюшка отмечалась крайне редко, в 2015 г. и вовсе отсутствовала (рис. 2).

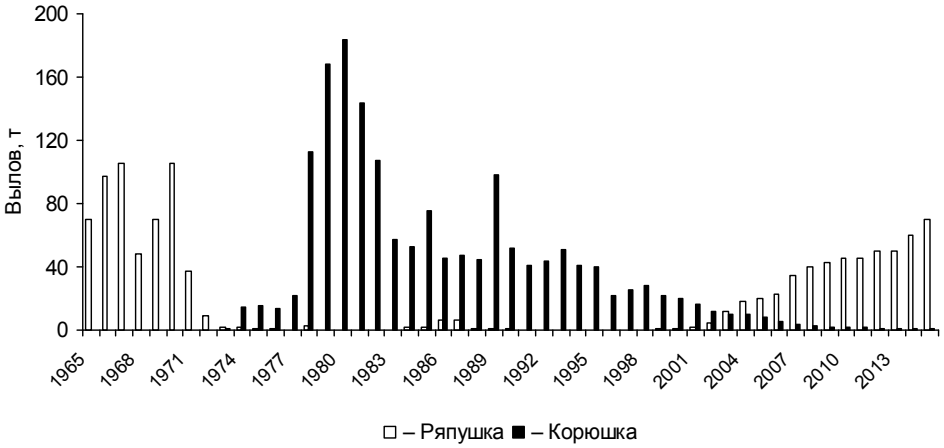


Рисунок 2 - **Динамика промысловых уловов ряпушки и корюшки Сямозера**

В питании хищных рыб, начиная с 2010 г. и по настоящее время вновь доминирует ряпушка (рис. 3), которая увеличивает свою численность в связи с прекращением на водосборе мелиоративных, сельскохозяйственных работ. Это привело к уменьшению поступления биогенов в озеро, снижению заиления нерестилищ сиговых рыб и улучшению условий их нереста. Водоем возвращается в свое исходное состояние. Большую роль сыграло и значительное снижение численности, а в последние два года практически, исчезновение из водоема корюшки (основного потребителя икры и молоди сиговых рыб). Ряпушка, с более коротким жизненным циклом и ранним созреванием (на 1-2 году жизни), быстрее начала восстанавливать утраченную численность. Популяция сига с более длинным жизненным циклом и поздним созреванием (на 4-5 году жизни) все еще находится в угнетенном состоянии.

Таким образом, только длительные наблюдения за экосистемой Сямозера позволили выявить причины колебания численности и уловов ряпушки, провести сравнительный анализ биологических показателей, в изменяющихся условиях Сямозера, определить ее роль в трофической цепи, пронаблюдать и исследовать процесс ее становления в водоеме. В водоеме поток веществ и энергии по трофическим цепям идет, как и раньше через зоопланктон. Основная часть рыбопродукции с 1935 по 1970 гг. приходилась на ряпушку, начиная с 1971 г. и по 2000 г. - на корюшку, что привело к значительному хозяйственному ущербу. В настоящее время произошла замена корюшки снова на ряпушку. Дальнейшие мониторинговые исследования на водоеме покажут, что будет происходить с популяциями этих двух видов рыб в озерной экосистеме.

Рисунок 3 - **Спектр питания судака, окуня, налима (А) и щуки (Б) в Сямозере** 1950-е гг. – Балагурова, 1963; 1980-е гг. Попова, 1982; 2010-2015 гг. – наши данные

Литература

Алимов А.Ф., Богуцкая Н.Г., Орлова М.И. и др. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2004. 436 с.

Алимов А.Ф., Богатов В.В., Голубков С.М. Продукционная гидробиология. СПб: Наука. 2013. 343 с.

Балагурова М.В. Биологические основы организации рационального рыбного хозяйства на сямозерской группе озёр Карельской АССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1963. 88 с.

Вебер Д.Г. Некоторые данные о размножении ряпушки Сямозера //Материалы по ихтиологии и гидробиологии водоёмов Карелии. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР. 1962. С. 7-16.

Дгебуадзе Ю.Ю. Проблемы инвазий чужеродных организмов // Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов. Сб. мат-лов круг. стола. М. 2002. С.11-14.

Дгебуадзе Ю.Ю. Национальная стратегия, состояние, тенденции, исследования, управление и приоритеты в отношении инвазий чужеродных видов на территории России // II межд. сим. Инвазии чужеродных видов в Голарктике. Борок. 2003. С. 26-34.

Дгебуадзе Ю.Ю., Павлов Д.С. Вчера, сегодня и завтра инвазийных чужеродных видов в Российской Федерации // Сб. науч. тр. ФГНУ «ГосНИОРХ». Вып. 337. СПб; М.: Тов-во. науч. изд. КМК. 2007. С. 71-82.

Иванов П.В. Классификация озер по величине и по их средней глубине // Бюл. ЛГУ № 21. 1948. С. 29-36.

Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2007. 395 с.

Литинский Ю.Б. Геоморфология Сямозера // Тр. Сямозерской комплексной экспедиции. Петрозаводск. Т.1. 1959. С. 74–95.

Николаев И.И. Некоторые аспекты экологии стихийного расселения гидробионтов // Тр. ГосНИОРХ. Вып. 323. 1985. С. 81-89.

Озера Карелии (справочник). Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2013. 464 с.

Попова О.А. Питание хищных рыб Сямозера после вселения корюшки //Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоёма. М.: Наука. 1982. С. 106-145.

Решетников Ю.С., Шатуновский М.И. Теоретические основы и практические аспекты мониторинга пресноводных экосистем // Мониторинг биоразнообразия. М.: ИПЭЭ РАН. 1997. С. 26-33.

Решетников Ю.С., Попова О.А., Стерлигова О.П. и др. Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоёма. М.: Наука. 1982. С. 106-145.

Современное состояние водных объектов Республики Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН. 1998. 188 с.

Стерлигова О.П., Павлов В.Н., Ильмаст Н.В. и др. Экосистема Сямозера (биологический режим, использование). Петрозаводск. КарНЦ РАН. 2002. 120с.

Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Первозванский В.Я. Рыбное население особо

охраняемых природных территорий Республики Карелия // Вопр. ихтиологии. 2014. Т54. №6. С. 717-725.

Фрейндлинг В.А., Васильева Е.П., Литинская К.Д. Гидрологический и гидрохимический режим Сямозера // Сямозеро и перспективы его рыбохозяйственного использования. Петрозаводск. 1977. С.5-42.

Шакирова Ф.М. Современное состояние чужеродных видов рыб Куйбышевского водохранилища // Сб. науч. трудов ФГНУ «ГосНИОРХ». Вып. 337. СПб; М.: Тов-во. науч. изд. КМК. 2007. С. 157- 170.

ABSTRACT. The results of long-term research of ecosystem state of Lake Syamozero presented. It was shown that changes in the ecosystem affect the population dynamics of vendace Coregonus albula (the main commercial fish). Materials on its catch, age composition, linearly-weight growth, feeding and fecundity analyzed. Causes of fluctuations in its ability and yield in the lake studied in detail.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СТЕРЛЯДИ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА, ВОЗМОЖНОСТИ И ЗАДАЧИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ ЕЁ ЗАПАСОВ

Р.Г. Таиров, Ф.М. Шакирова , Ю.А. Северов, А.Э. Калайда, А.М. Горшков
Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Казань, gosniiorh@gmail.com

Стерлядь – ценный представитель семейства осетровых Волги и её водохранилищ и издавна привлекала внимание исследователей (Шмидтов, 1939; Берг, 1948; Лукин, 1937, 1949; Васянин,1972; Цыплаков, 1977; 1978; Цыплаков, Васянин,1978; Капкаева, 1984; Гончаренко и др., 2007; Гончаренко и др., 2013 и др.). Была многочисленна и являлась одним из основных промысловых видов, как в самой Волге, так и в крупных ее притоках в прошлом, в условиях незарегулированной реки.

В Средней Волге, в пределах нынешнего Куйбышевского водохранилища, размножалась почти по всей акватории, но основные нерестилища находились в районе Камского устья и выше по Каме и Волге. В 70-х годах прошлого столетия в весенний период наблюдался массовый выход стерляди на залитую пойму, где она поедала икру, отложенную лещом, плотвой, густерой. В результате этого с пиком нереста этих рыб совпадали здесь и максимальные уловы стерляди (Махотин, 1975). После окончания их размножения стерлядь скатывалась в русловые участки водохранилища и в остальное время года на пойме или отсутствовала или встречалась в единичных экземплярах.

С образованием водохранилища у стерляди стали более четко проявляться миграционные способности, что явилось реакцией популяции на ухудшение условий размножения и способствовало освоению всех сохранившихся нерестилищ. В связи с изменением условий обитания рыб в водохранилище стали более четко проявляться горизонтальные миграции у стерляди. На большие миграционные способности этого вида указывали ряд исследователей (Берг, 1948; Лукин, 1947; Цыплаков, 1978; и др.). По данным А.В. Лукина (1947), проводившего мечение рыб в районе Тетюш, стерлядь в Средней Волге массовых перемещений не совершала, однако единичные её особи поднимались на расстояние до 200 км от мест выпуска. Мечение стерляди в Куйбышевском водохранилище показало, что отдельные его экземпляры за один сезон могут пройти путь, равный $^1/_3$ длины водоема (Цыплаков, 1978). Характерной особенностью стерляди Куйбышевского водохранилища явилось образование ее плотных позднеосенних и зимовальных скоплений в определенных участках бывшего русла Волги и Камы. Концентрация рыб здесь начиналась с осенним похолоданием и достигала максимума перед ледоставом.

После заполнения Куйбышевского водохранилища места, пригодные для размножения стерляди, остались лишь в верхней части водоема (Батыева,

Лукин, 1960; Цыплаков, Васянин, 1978). При этом данные мечения и анализ размерно-возрастной структуры стада стерляди выявили, что, несмотря на более высокие темпы естественного размножения рыб в Камском и Волжском плесах, наибольшая её численность наблюдалась в Волжско-Камском плесе (табл. 1). Исследователями это объясняется тем, что Волжско-Камский плес расположен на стыке Камского и Волжского плесов, из которых молодь скатывается в нижние участки, являющиеся районом сосредоточения стерляди, воспроизводящейся в верхних плесах (Цыплаков, Васянин, 1978; Цыплаков, 1978).

Таблица 1 - **Уловы стерляди за 1 час траления, экз. (по: Цыплаков, 1978)**

Участок	Год наблюдений					
	1970	1971	1972	1973	1974	в среднем
Камский	154	37	151	122	127	118
Волжский	211	149	86	78	126	130
Волжско-Камский	440	327	408	479	292	389
Тетюшский	139	52	85	59	47	76
Ундоровский	152	47	0	0	4	41
Ульяновский	4	0	4	0	1	2
Приплотинный	0	0	0	0	0	0
В среднем по водоему	164	96	107	111	96	115

Начиная с Тетюшского плеса абсолютная численность сеголетков стала уменьшаться, а в Ульяновском и Приплотинном плесах они не встречались уже в 70-х годах прошлого столетия (табл. 2).

Таблица 2 - **Абсолютная численность сеголетков стерляди, тыс. экз. (по: Цыплаков, Васянин, 1978)**

Участок	Год наблюдений										В среднем
	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	
Камский	1335	-	-	1019	275	853	234	798	688	516	715
Волжский	111	875	101	895	131	996	261	91	40	91	359
Волжско-Камский	122	-	-	838	12	544	740	514	844	294	489
Тетюшский	0	110	0	83	-	382	51	28	8	8	74
Ундоровский	1	75	-	0	-	413	38	0	0	0	66
Ульяновский	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Приплотинный	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0
Всего по водоему	1569	1060	101	2835	418	3188	1324	1431	1580	909	1703

Исследованиями сотрудников отделения (Махотин, 1975; Цыплаков, Васянин, 1978; Цыплаков, 1978) выявлено, что в годы заполнения водохранилища появились два мощных поколения, которые на протяжении многих лет преобладали

в уловах. К концу 1974 г. рыбы этих генераций, достигшие уже значительного возраста (18-19 лет) в сумме составляли 9,1% (табл. 3).

Анализ возрастного состава стерляди, выловленной в водохранилище, обнаружил, что в водоеме преобладают отдельные возрастные группы. Это связано с тем, что пополнение запасов стерляди в водохранилище происходит неежегодно и не во всех участках, хотя промысловый возврат от естественного воспроизводства, наблюдаемый у сеголетков достаточно высок и составляет в среднем 26,4%, с колебаниями от 8,1–45,0% (табл. 3).

Таблица 3 - **Возрастной состав стерляди, % (по: Цыплаков, Васянин, 1978, с нашими дополнениями)**

Возраст, лет	Год наблюдений										Средние показатели
	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	
0+	23,6	25,7	8,1	28,7	15,9	45,0	31,8	30,1	33,0	21,9	26,4
1+	10,7	4,4	17,6	21,1	7,0	6,0	20,0	18,4	12,2	8,5	12,6
2+	19,0	7,5	2,2	17,6	16,8	5,7	1,9	12,5	10,4	7,5	10,1
3+	0,5	17,9	10,3	4,5	25,2	8,5	4,8	3,1	14,2	12,3	10,1
4+	3,0	6,5	25,1	2,2	3,6	12,6	6,1	1,6	2,6	19,3	8,3
5+	1,0	1,0	2,2	12,9	0,5	0,4	8,0	8,2	4,2	0,9	3,9
6+	1,4	1,7	3,7	1,6	13,3	1,1	-	7,4	3,6	2,2	3,6
7+	1,7	-	2,4	-	-	7,3	-	0,9	7,5	4,5	2,5
8+	12,7	2,7	-	-	-	-	7,0	1,2	-	7,4	3,1
9+	25,4	9,4	1,3	0,2	1,5	0,6	0,3	5,4	0,3	0,2	4,5
10+	0,4	19,1	4,5	0,6	0,8	0,5	1,0	0,2	3,4	0,2	3,1
11+	0,1	2,3	21,6	2,5	-	0,2	-	0,2	-	5,5	3,2
12+	0,3	1,3	1,0	7,5	3,5	-	-	0,6	0,9	-	1,5
13+	-	-	-	0,6	11,4	3,8	-	-	-	-	1,6
14+	-	0,5	-	-	-	8,1	6,5	-	-	-	1,5
15+	0,1	-	-	-	-	0,2	11,8	1,9	-	-	1,4
16+	-	-	-	-	0,5	-	0,3	8,3	1,2	-	1,0
17+	-	-	-	-	-	-	0,5	-	6,5	3,7	1,1
18+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,4	0,5
19+	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01
20+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,04
Число рыб, экз.	587	226	136	1052	156	504	522	525	697	343	100, 05%

В настоящее время ситуация с естественным воспроизводство стерляди в Куйбышевском водохранилище сходна с таковой прежних лет. Нерест рыб происходит лишь в тех участках водоёма, где сохранились элементы речного режима, за счет которого создаются повышенные скорости течения воды, способствующие промыванию нерестилищ от иловых отложений. Действующие нерестилища отмечаются в верхней части Камского плёса, в основном в местах впадения рек, в верхней части Волжского плёса и небольшие по площади нерестилища в Волжско-Камском плёсе, расположенные по русловой и прирусловой частях старого русла Камы (Гончаренко и др., 2007). Поэтому интенсивность естественного размножения стерляди уменьшается от верхних плесов к нижним, а пополнение водоём получает, как и прежде в Камском, Волжско-Камском и Волжском плесах.

После создания Куйбышевского водохранилища и изменения гидрологического режима быстро утратило свое значение большое Тетюшское нерестилище «Черемша». В начале 1980-х годов, после постройки плотин у г. Набережные Челны на Каме и г. Новочебоксарска на Волге, на Куйбышевском водохранилище имелось 12 нерестилищ стерляди общей площадью 2010 га (Гончаренко и др., 1993). Большая часть их расположена на Камском плесе: Запретная зона нижнего бъефа Нижнекамской ГЭС – 160 га, Соколки – 100 га, Камские поляны – 80 га, Вандовка-Покровское – 300 га, Сухой Берсут- Берсут – 200 га, Тарасовка-Черепашье – 350 га, Галактионово – 50 га, Троицкий Урай – Рыбная Слобода – 260 га. На Волжском плесе сохранилось два участка: Запретная зона нижнего бъефа Чебоксарской ГЭС – 100 га, Белые камни (ниже устья р. Цивиль) – 200 га. На Волжско-Камском расширении было описано два участка: Устье р. Меша – 100 га и Атабаевское колено – 110 га.

В первое время после строительства Нижнекамской и Чебоксарской ГЭС в нижних бъефах плотин наблюдалась высокая концентрация производителей стерляди. До сих пор существует нерестилище стерляди в устье р. Вятка, упомянутое Лукиным (1947), что подтверждают работы Татарского отделения ГосНИОРХ по определению ущерба рыбным запасам при разработках гравия и песка в этом районе. По предварительным подсчетам площади естественных нерестилищ сократились более чем вдвое, а качество оставшихся - ухудшилось. С целью улучшения условий воспроизводства в 1981 г. в Камском плесе в районе Тарасово-Черепашье была отсыпана искусственная гравийная нерестовая гряда и был введен запрет на лов рыбы и разработку гравия на этом участке. Однако в последующем работы по выявлению эффективности данного мероприятия не производились (Гончаренко, 2007).

О снижении роли Волжского плеса в воспроизводстве стерляди Куйбышевского водохранилища после перекрытия реки плотиной Чебоксарской ГЭС можно косвенно судить по разнице в объемах добычи вида в пределах верховий Волжского плеса (Чувашская и Марийская республики) и акватории республики Татарстан. В запретной зоне нижнего бъефа Чебоксарской ГЭС

со времени перекрытия реки проводятся также регулярные наблюдения Чувашской инспекции рыбоохраны за состоянием популяций основных промысловых рыб в этой зоне. При высокой концентрации стерляди на этом участке только за период 1986-1990 гг. на этом ихтиологическом пункте при контрольном лове было выловлено 10 т стерляди, что составило в среднем 36,8% от всей официально добытой стерляди за этот период на Куйбышевском водохранилище Чувашской и Марийской республиками. Отмечено, что уловы на 80% состояли из зрелых рыб, и регулярное изъятие значительной части производителей из нерестового стада не может не отразиться отрицательно на уровне воспроизводства вида.

Сегодня в Куйбышевском водохранилище наблюдается не только тенденция снижения уловов стерляди, но и уменьшение в уловах доли крупных рыб и преобладание мелких. Если в 1989 году промыслом добывали 40.5 т стерляди, то сегодня уловы её колеблются от 4.2 т в 2002 г до 0.9 т в 2014 г.

Специалисты Татарского отделения в настоящее время продолжают изучать условия обитания и воспроизводства стерляди, одного из ценнейших представителей Куйбышевского водохранилища, с целью восстановления ее численности и промыслового значения.

В последние десятилетия в связи с сокращением численности популяции этого вида, недостаточной её обеспеченностью нерестилищами, браконьерским выловом, а также загрязнением водных объектов, промысловые запасы и уловы её сократились как в Куйбышевском, так и в Нижнекамском водохранилищах до минимума. Причем ниже Ундоровского плеса в Куйбышевском водохранилище размножение стерляди уже не отмечается и, несмотря на сохранение высокого темпа роста, пополнение запасов и половое созревание ее замедлились в силу относительной малочисленности (Васянин,1972; Цыплаков, Васянин, 1978; Капкаева, 1984; Говоркова и др., 2011 и др.).

Сегодня стерлядь практически полностью выпала из состава ихтиофауны Верхней Волги, включая Горьковское водохранилище. Небольшие запасы ее сохранились в Чебоксарском, Саратовском и Волгоградском водохранилищах, а наиболее значительные отмечаются лишь в Куйбышевском. В современных условиях основу популяции волжской стерляди (ее ядро) составляют рыбы Куйбышевского водохранилища, а по величине своих запасов водохранилище является базовым для всей Волги, и в принципе, определяет состояние популяции волжской стерляди в целом. Однако общая тенденция сокращения запасов стерляди в Куйбышевском водохранилище продолжается как в верхней части водохранилища, на сохранившихся частично нерестилищах, так и в средней (Волжско-Камский и Тетюшский плесы), где расположены основные места нагула. Поэтому, сегодня особое значение для увеличения численности стерляди приобретает искусственное воспроизводство и выпуск молоди в местах её традиционного обитания. Об этом специалисты отделения (Цыплаков, 1978; Цыплаков, Васянин, 1978) поднимали вопрос еще в 70-х годах XX века а для

решение этой проблемы предлагалось наладить работы по товарному осетроводству в Среднем Поволжье.

Поэтому, сегодня особое значение для увеличения численности стерляди приобретает искусственное воспроизводство и выпуск молоди в местах её традиционного обитания. Для успешного решения поставленных задач необходимо определить оптимальную навеску, места и сроки выпуска подращенной молоди и оценить величину промыслового возврата от выпуска. Однако следует учесть, что важную роль в восстановлении запасов стерляди играет естественное её воспроизводство. В настоящее время Отделением проведены исследования нерестилищ стерляди Куйбышевского водохранилища, составлен их перечень, определены координаты и Приказом Министерства сельского хозяйства РФ от 18 ноября 2014 г №453 «Об утверждении правил рыболовства Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна» включены в Приложение №6 к Правилам рыболовства для Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна.

В настоящее время отделение во взаимодействии с рыбоводным осетровым хозяйством ООО «Ютас» (г. Чебоксары, Республика Чувашия) осуществляет научно-методическое сопровождение работ по искусственному воспроизводству стерляди Куйбышевского водохранилища и вселению в него качественной её молоди. Одновременно с этим отделением проводятся необходимые мониторинговые исследования по оценке эффективности данных мероприятий.

ООО «Ютас» обеспечивает устойчивое производство крупноразмерного посадочного материала стерляди средней навеской от 10 до 30 г. и в течение последних 5 лет обеспечивало вселение в Куйбышевское водохранилище более 800 тыс. экз. качественной жизнестойкой молоди. Но наиболее масштабные работы по искусственному воспроизводству стерляди Куйбышевского водохранилища были проведены ООО «Ютас» в 2015 г., в результате которых в водоём было выпущено около 450 тыс. экз. молоди стерляди.

В целях эффективного мониторинга распределения вселяемой молоди стерляди специалистами Татарского отделения в 2015 году продолжены работы по массовому мечению посадочного материала по технологии лаборатории рыбоводства ВНИРО выпускаемого в Куйбышевское водохранилище.

На основе предварительного анализа собранного материала на участке водохранилища в районе запретной зоны Чебоксарской ГЭС отмечена наибольшая плотность стерляди (до 14% по численности от общего улова рыб), с большой долей, как взрослых особей, так и молоди (неполовозрелой) в возрасте 2+ и 3+, что свидетельствует о наличии здесь оптимальных условий для её нагула. На участке водохранилища - урочище «Белые камни», ниже впадения в Куйбышевское водохранилище р. Цивиль, также отмечена достаточно высокая плотность стерляди (до 9% по численности от общего улова), как молоди, так и половозрелых особей. По нашему мнению, увеличение в 2014-2015 годах объемов работ по искусственному воспроизводству стерляди – выпуску ООО «Ютас» качественной молоди стерляди в верхнюю часть Волжского плеса Куйбышевского водохранилища

является эффективным и оказывает положительное влияние на состояние её численности и запасов на этом участке водохранилища.

Таким образом, сохранение и увеличение численности стерляди до промысловых объемов имеет сегодня важное значение для рационального рыбохозяйственного использования этого ценного промыслового объекта бассейна Волги.

Литература

Батыева Л.Р., Лукин А.В. Наблюдения над распределением и ростом стерляди в Куйбышевском водохранилище в 1958-1959 гг. // Тр. Татарского отделения ГосНИОРХ. – 1960. – Вып. 9. – С. 229-242.

Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.-Л.: изд-во АН СССР, 1948. Т.1. – 468 с.

Васянин К.И. Стерлядь // Распределение и численность промысловых рыб Куйбышевского водохранилища и обусловливающие их факторы. Тр. Татарского отделения ГосНИОРХ. – 1972. – Вып.12. – С. 146-151.

Гончаренко К.С., Говоркова Л.К., Анохина О.К., Миловидов В.П., Говорков В.И. Стерлядь Куйбышевского водохранилища, ее запасы, прогнозы ОДУ, промысел, естественное воспроизводство // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 2007. – Вып. 336. – С. 91-108.

Гончаренко К.С., Говоркова Л.К., Анохина О.К., Говорков В.И. Условия существования рыб в Куйбышевском водохранилище и характеристика их запасов //Гидробиологические и ихтиологические исследования водоемов Среднего Поволжья /Тр. Татарского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2013, вып. 13.- С. 6-21.

Капкаева Р.З. Размеры, возраст и половое созревание самок стерляди на современном этапе существования Куйбышевского водохранилища // Биологическая продуктивность и качество воды Волги и ее водохранилищ. – М.: Наука, 1984. – С. 229-231.

Лукин А.В. Физические условия нереста стерляди на Тетюшском нерестилище «Черемша» // Уч. зап. Моск. гос.ун-та. Биология. – 1937. – Вып. 9. – С. 92-103.

Лукин А.В. Основные черты экологии осетровых в Средней Волге. Ч. I. Аутэкология осетровых // Тр. об-ва естествоисп. при КГУ. – 1947. – Т. 57. – Вып. 3-4. – С. 39-143.

Лукин А.В. Основные черты экологии осетровых в Средней Волге. Ч. II // Тр. Татарского отделения ГосНИОРХ. – 1949. – Вып. 5. – С. 3-60.

Махотин Ю.М. Эффективность размножения основных промысловых рыб и распределение их молоди в Куйбышевском водохранилище. Автореф. канд. дис. – Казань, 1975. – 22 с.

Цыплаков Э.П. Использование запасов стерляди в Куйбышевском водохранилище // Рыбн. хоз-во. – 1977. – № 5. – С. 30-32.

Цыплаков Э.П. Миграции и распределение стерляди *Acipenser ruthenus* L. в Куйбышевском водохранилище // Вопр. ихтиологии, 1978. – Т. 18. – Вып. 6(113). – С. 1020-1028.

Цыплаков Э.П., Васянин К.И. Динамика численности стерляди *Acipenser ruthenus* L. в Куйбышевском водохранилище // Вопр. ихтиологии, 1978. – Т. 18. – Вып. 2(109). – С. 243-258.

Шмидтов А.И. Стерлядь (*Acipenser rutenus* L.) //Уч. Зап. Казанского ун-та. Казань, 1939. Т.99. Кн. 4/5. – С. 3-279.

ABSTRACT. Based on the analysis of its own stock and materials of the Department and published data were analyzed changes in the population of sterlet Kuibyshev reservoir, discussed the current state and the possibility of restoring its reserves to commercial levels.

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЕЧНОГО ОКУНЯ *PERCA FLUVIATILIS* LINNAEUS, 1758 РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКОВ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Т.А. Тележникова[1], Р.Р. Сайфуллин[2]
[1]Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Казань, Tamara-info@bk.ru
[2]Казанский федеральный университет, Казань, Saifullin1955@mail.ru

Создание водохранилищ является одним из способов значительного влияния человека на водные экосистемы. Проявление негативных явлений среди рыб обнаруживается в изменениях таких показателей, как размеры и масса, в колебаниях численности постоянных обитателей водоема, а также в увеличении заболеваемости рыбного населения.

В настоящее время одним из широко распространенных промысловых видов рыб Куйбышевского водохранилища является речной окунь, который представляет собой подходящий объект для мониторинговых исследований в данном регионе.

Поэтому целью данной работы было исследование биоэкологических показателей речного окуня различных участков Куйбышевского водохранилища. В связи с поставленной целью решались следующие задачи:

1. Исследование размерных показателей речного окуня;
2. Изучение возрастного состава популяций окуня;
3. Изучение роста окуня;
4. Изучение соотношения полов и стадий зрелости окуня;
5. Исследование плодовитости данного вида;
6. Оценка доли речного окуня в уловах рыболовов-любителей

Ихтиологический материал (330 экз.) собран в мае 2015 года в различных участках Куйбышевского водохранилища (рис.1): в Мешинском заливе (29 экз.), в Сидельниковском затоне (100 экз.), в Тетюшском плесе (201 экз.). Отлов рыбы в Сидельниковском затоне проходил с помощью ставных сетей ячеей 20–36 мм, в других районах - ячеей от 36 до 70 мм.

Камеральная обработка материала, а именно измерение длины, массы и возраста, нами проводилась согласно общепринятой методике И.Ф. Правдина (1966). Показатели плодовитости определяли весовым методом. Статистическую обработку полученных результатов мы проводили с использованием компьютерных программ Exel и Statistica.

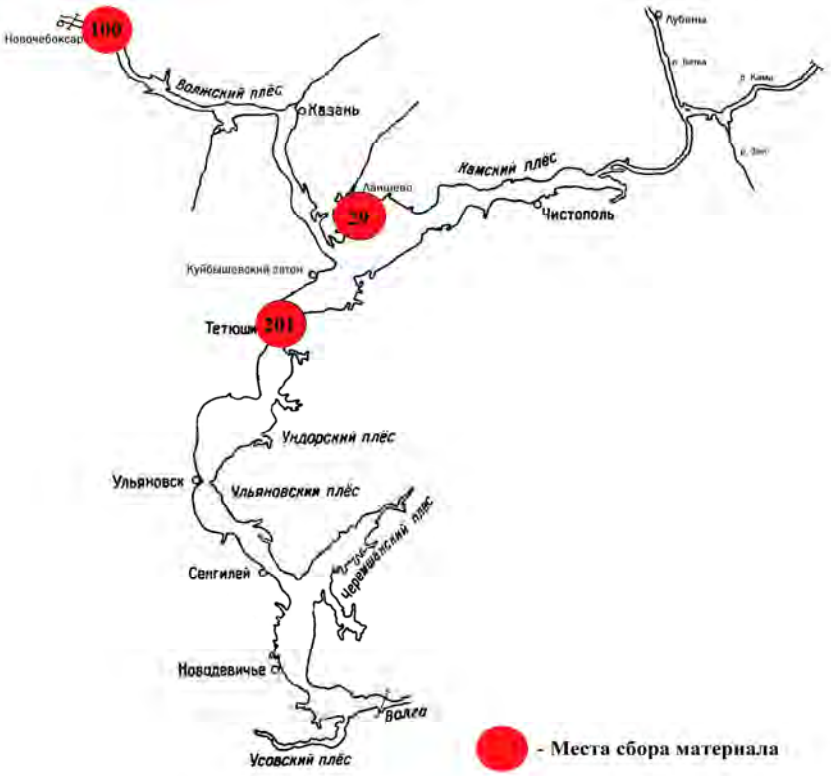


Рисунок 1 - **Места сбора материала в Куйбышевском водохранилище**
(цифры – объем собранного материала)

Решение поставленных задач с использованием данных методов определило результаты нашего исследования. Размерный состав окуня в уловах 2015 года, по трем исследуемым участкам в целом, объединяет рыб от 15 до 37 см (рис. 2).

В Тетюшском плесе размеры окуня варьировали от 17,5 до 37см при средней длине 26,27±0,4см. Основную массу составили особи окуня длиной от 24 до 30 см (65%).

Размерный состав уловов окуня в Сидельниковском затоне колебался от 15 до 24 см при средней длине 19,1±0,3 см. Доминирующее положение здесь имели размерные группы от 16 до 22см (85%).

Средняя длина особей, пойманных в Мешинском заливе, составляет 23,9±0,39 см. Здесь размеры окуня в сетных уловах – от 18 до 33 см, а самая многочисленная размерная группа 22-24 см.

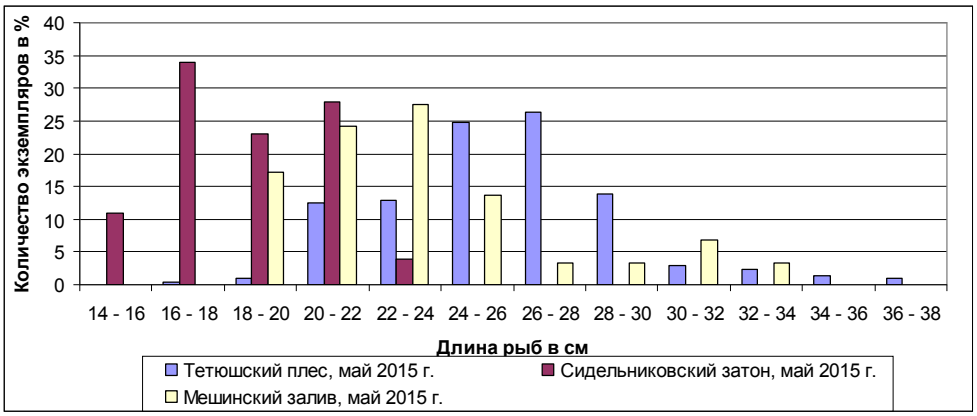


Рисунок 2 - **Размерный состав уловов окуня**

Вес окуня в исследованном материале находился в пределах от 88 до 1012 г - в Тетюшском плесе; от 70 до 302 г - в Сидельниковском затоне; и от 121 г до 720 г – в Мешинском заливе (рис.3).

Меньшие размеры рыб в Сидельниковском затоне объяснятся более мелкими размерами ячеи применявшихся здесь орудий лова.

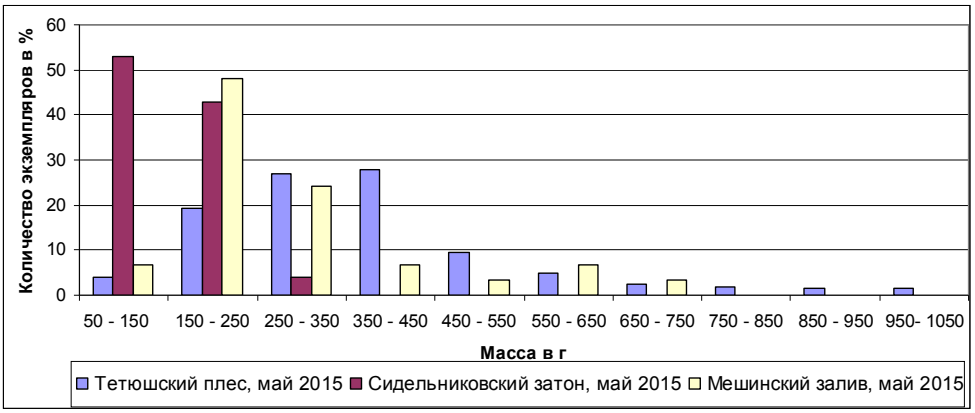


Рисунок 3 - **Весовой состав уловов окуня**

Весной 2015 года возрастная структура уловов окуня была представлена особями в возрасте от 2 до 13 лет (рис. 4).

В Сидельниковском затоне встречались рыбы от 2–6 лет, где превалирующую группу составили особи в возрасте 3-4 лет (поколения 2011-2012 года), составившие 70%.

Наибольшую численность в Тетюшском плесе имели особи в возрасте 5, 6 и 7 лет (поколения 2010, 2009, 2008 годов), составившие 48,2%.

Возрастной состав уловов окуня в Мешинском заливе варьирует от 3-10 лет, доминировали здесь возрастные классы рыб 3-4 лет (поколения 2011-2012 года).

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что именно в эти годы сложились наиболее благоприятные условия для нереста, а также имелись хорошие условия для развития и откорма молоди окуня.

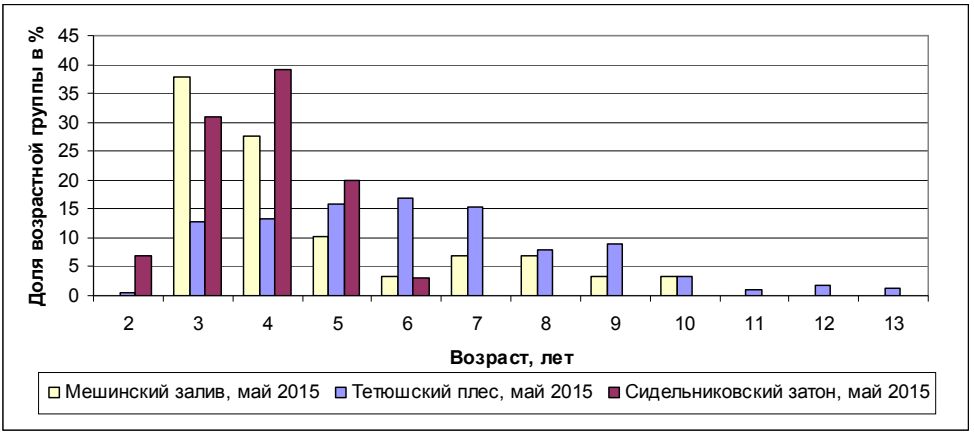


Рисунок 4 **- Возрастной состав уловов окуня**

Вычисленные величины удельной скорости роста окуня до 13-летнего возраста показывают (табл.1), что максимальный линейный рост проходит до 4-летнего возраста включительно (до 3-х летнего возраста в Тетюшском плесе). Далее, вследствие начала процессов полового созревания - у самцов окуня Куйбышевского водохранилища происходит в 3-4 года, а у самок в 3-5 лет (Кузнецов, 2005), удельная скорость роста сильно замедляется. Удельная скорость роста окуня в исследуемых районах, как видно из данных таблицы 1, в возрасте 3-4 лет приблизительно составляет 0,1.

С возрастом темп линейного роста окуня замедляется (Семенов, Назаренко, 2003). Годовики Сидельниковского затона в среднем имеют длину 7,2 см, а рыбы того же возраста в Мешинском заливе и Тетюшском плесе – 9,1 и 9,2 см (рис. 5). В соответствии с критерием Стьюдента, существенных различий в длине особей окуня Мешинского залива и Тетюшского плеса не обнаружено. Сравнивая длину рыб, отловленных в Сидельниковском затоне и Тетюшском плесе, а также в Сидельниковском затоне и Мешинском заливе между собой, можно отметить достоверные отличия в темпе роста окуня в этих районах (t=4,5).

Таблица 1 - **Рост окуня по данным непосредственных наблюдений и удельная скорость роста**

Район исследования	Показатель	Возраст, лет											
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Мешинский залив	Длина рыб, см	-	20,8	23,3	24,3	25	26,5	31,5	32	33	-	-	-
	Удельн. скор. роста	-	-	0,11	0,04	0,03	0,06	0,06	0,02	0,02	-	-	-
Тетюшский плес	Длина рыб, см	17,5	21,8	23,1	25,2	26,5	27,3	28,1	29,7	30,9	31,4	34,3	36,6
	Удельн. скор. роста	-	0,19	0,09	0,06	0,04	0,02	0,02	0,06	0,02	0,02	0,06	0,06
Сидельниковский затон	Длина рыб, см	16,1	17,1	19,5	21	23,1	-	-	-	-	-	-	-
	Удельн. скор. роста	-	0,06	0,13	0,06	0,05	-	-	-	-	-	-	-

На втором году жизни результаты по росту окуня в различных участках Куйбышевского водохранилища аналогичны первому году жизни.

На третьем и четвертом году жизни мы получили результаты по росту окуня, которые достоверно отличаются во всех трех участках Куйбышевского водохранилища, что, видимо, связано с неодинаковой кормовой обеспеченностью в этих районах.

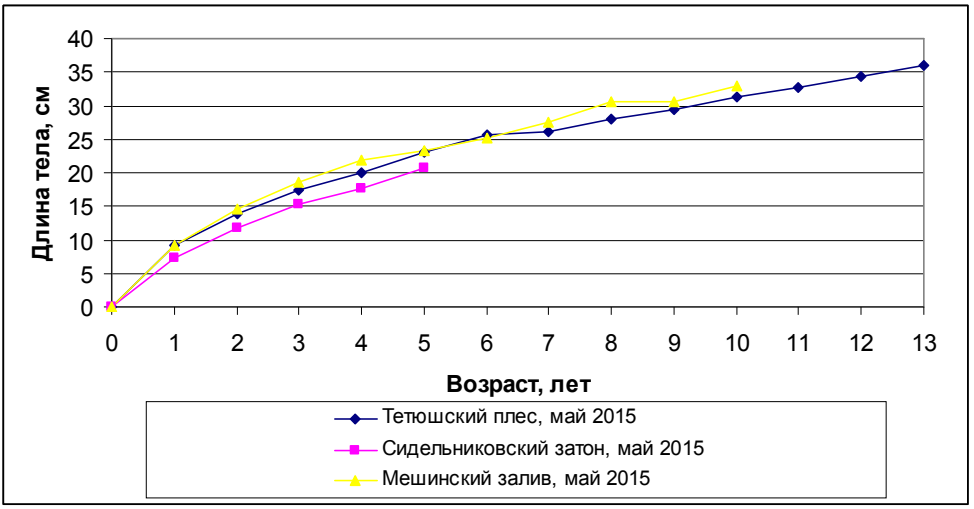


Рисунок 5 - **Рост окуня в разных участках Куйбышевского водохранилища**

В исследуемых районах Куйбышевского водохранилища соотношение самок и самцов приблизительно сходно. Так, в Тетюшском плесе соотношение самки : самцы составило 2,1 : 1; в Сидельниковском затоне – 1,7 : 1; в Мешинском заливе – 1,9 : 1. Следовательно, самки в уловах встречаются чаще, что, видимо, связано с различиями в поведении особей разного пола в нерестовый период, а также более ранним созреванием самцов и их естественной смертностью.

Начало процессов полового созревания у самцов окуня Куйбышевского водохранилища происходит в 3-4 года, а у самок в 3-5 лет (Кузнецов, 2005). В исследованном материале по Тетюшскому плесу большинство самок находились на IV стадии половой зрелости и были готовы к нересту. В Сидельниковском затоне и Мешинском заливе большинство самок находились на VI стадии половой зрелости. Расхождения в стадиях зрелости связаны с гидрологическими условиями исследуемых районов, а именно с t воды.

Так, в Сидельниковском затоне самки окуня на V стадии полового развития начали встречаться в сетных уловах с 5 мая при температуре воды 9 °С. Окончание нереста отмечается 12 мая, при температуре воды 12°С. Массово текучие самки в Мешинском заливе в уловах встречались 7-8 мая, а закончился нерест окуня к 18 мая.

Данные по плодовитости окуня Сидельниковского затона приведены в следующей таблице (табл. 2). Плодовитость окуня находится в прямой зависимости от возраста, длины и массы тела. Так мы можем, несмотря на немногочисленность материала, проследить закономерное увеличение ИАП с увеличением длины тела рыбы, а также увеличение диаметра икринки с возрастом.

Таблица 2. **Плодовитость окуня в Сидельниковском затоне (весна 2015 г.)**

Возраст, лет	**Длина тела, см**	**Масса тела, г**	**Масса гонад, г**	**Число икринок в 1 г**	**ИАП, тыс.шт**	**ОП, шт/г**	**Диаметр, мм**	**Масса, мг**
3	16,5	137	29	619	17,9	131	0,9	1,02
3	16,5	118	18	611	10,9	93,2	1,0	1,01
4	20	178	40	715	28,6	160,6	1,2	1,07
4	18	160	34	679	23,1	144,2	1,1	1,08
4	21	231	45	508	32,1	106,3	1,1	1,06
5	21	181	35	427	14,9	82,6	1,3	1,1
5	22	301	63	990	44,5	192,8	1,2	1,1

В течение зимнего периода 2015-2016 года нами проводился опрос рыболовов-любителей вблизи г. Новочебоксарска, Зеленодольска и Казани. Всего было обработано 300 карточек опроса рыбаков.

Для вылова хищных видов рыб, таких как окунь, в зимний период в основном используется подледный мормышечный лов. В качестве наживки среди рыболовов-любителей наибольшей популярностью пользуется мотыль, опарыш и червь. По словам рыболовов-любителей, зимой окунь часто встречается в малоактивном состоянии.

Примечательно, что доля речного окуня в Новочебоксарском районе составляет 42% от общих уловов рыболовов-любителей, при средней длине рыбы 14 см. В Зеленодольском районе доля окуня составляют 5,2% от общих уловов, при средней длине рыбы 8 см. В составе уловов рыболовов-любителей в пределах г. Казани речной окунь занимает 2% от общих уловов, при средней длине 18 см.

Полученные результаты подтверждают выводы о достаточной стабильности встречаемости окуня в уловах Куйбышевского водохранилища и дают право считать речного окуня важной промысловой рыбой данного региона. Анализ результатов камеральной обработки ихтилогического материала по окуню, собранного весной 2015 г. и сравнение наших данных с результатами предыдущих исследователей, показывают, что в настоящее время популяция речного окуня характеризуется довольно высокими показателями (Тележникова, Сайфуллин, 2015) и опережает таковые для прежних лет наблюдений. Очевидно, что в современных условиях Куйбышевского водохранилища этот вид не испытывает недостатка в пищевых ресурсах.

Литература

Кузнецов В.А. Рыбы Вожско-Камского края.- Казань, 2005. – 201 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб / под ред. П.А. Дрягина. – Москва: Пищев. пр-сть, 1996. - С. 376.

Семенов Д.Ю., Назаренко В.А. Данные о питании окуня (Perca fluviatilis L.) Ульяновского плеса Куйбышевского водохранилища // Природа Симбирского Поволжья: Сборник научных трудов. Вып. 4 -Ульяновск, 2003. - С. 105-108.

Тележникова Т.А., Сайфуллин Р.Р. Популяционные характеристики окуня (Perca fluviatilis L.) Мешинского залива Куйбышевского водохранилища // Природа Симбирского Поволжья: Сборник научных трудов. Вып. 16 -Ульяновск, 2015. - С. 166-168.

ABSTRACT. This article analyzes the bio-ecological indicators perch various areas of the Kuibyshev reservoir in 2015, in particular dimension investigated, the age structure of populations of perch, as well as the growth and fruitfulness of this type; estimated value of the perch in the winter recreational fisheries.

ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИИ ПРОХОДНОЙ МАЛЬМЫ *SALVELINUS MALMA* WALBAUM, 1792 РЕКИ КИХЧИК (КАМЧАТКА)

И.В. Тиллер

Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский, tiller.i.v@kamniro.ru

На основе многолетних данных исследована динамика структуры популяции мальмы р. Кихчик. В целом на протяжении 22 лет наблюдений значительный изменений в структуре стада проходной мальмы р. Кихчик не отмечается, что свидетельствует о стабильном состоянии популяции.

Камчатку в основном покрывает сеть малых и средних рек, в которых обитают различные формы гольцов в том числе и проходная мальма (*Salvelinus malma*), являющаяся объектом промысла. Для прогноза ее запасов, необходимо знать, в каком состоянии находится популяция, для чего отслеживать какие-либо изменения в ее структуре. С этой целью на западном побережье Камчатки была избрана одна из типичных средних по размеру рек – Кихчик, в которой на протяжении многих лет ведется сбор биологических материалов по тихоокеанским лососям, в том числе по проходной мальме.

Задача данного исследования – обобщить результаты многолетних сборов биостатистики проходной мальмы р. Кихчик с целью использования их в дальнейшем в качестве биологической основы для прогнозирования вылова.

Материалом для исследования послужили сборы по биостатистике проходной мальмы на реке за 22 года с 1980 г. по 2012 г. Общий объем материала составил 5651 экз.

Обработка выборок из уловов произведена при помощи стандартных ихтиологических методик. Плодовитость подсчитана у 45 экземпляров гольца. Возраст определен по отолитам. При этом по возможности учитывался возраст первого ската в море. При обозначении возраста первая цифра означает количество выходов в море, вторая - пресноводный возраст. Темп роста рассчитан по формуле прямой пропорциональности.

Результаты и обсуждение

Минимальный возраст созревания гольца в р. Кихчик 4+ лет. Предельный возраст проходной мальмы 11+ лет отмечен в р. Кихчик в 1998 г. в количестве одного экземпляра. Обычно предельный возраст проходной мальмы не превышает 10+ лет. В р. Кихчик возраст гольца обычно ограничивается 8–9 годами. Десятигодовалые особи крайне редки, встречались в уловах единично в 1980, 1985, 1999 гг.

Изучение возрастного состава является одним из главных направлений в исследовании динамики стада рыб. Возрастной состав стада есть результат

взаимодействия пополнения и убыли. От соотношения этих составляющих зависит изменение возрастной структуры популяции. Эти флюктуации могут происходить как в результате промысла, так и от естественных причин; например, от воздействия хищников, обеспеченности пищей, выживания икры и молоди в зависимости от гидрологических условий и т.д.

В возрастной структуре проходного стада мальмы р. Кихчик в большинстве случаев доминирующими возрастными группами являются 5+ и 6+ лет (табл. 1).

Таблица 1 - **Возрастная структура уловов мальмы р. Кихчик**

Год	Численность возрастных групп, %							
	3	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
1980	–	8	40	40	7	3	1	1
1981	1	18	42	27	10	2	–	–
1982	–	5	39	36	18	2	–	–
1983	1	15	31	37	12	3	1	–
1984	4	26	20	26	18	5	1	–
1985	1	22	32	25	15	3	1	1
1986	1	20	52	23	3	1	–	–
1987	1	7	41	42	9	–	–	–
1989	4	9	15	43	14	15	–	–
1992	1	13	60	20	3	1	1	–
1996	4	24	59	9	3	1	–	–
1997	2	10	32	41	13	2	–	–
1998	–	15	32	24	25	3	1	–
1999	–	2	26	44	23	4	–	1
2000	–	18	50	21	9	2	–	–
2001	1	11	34	33	6	4	1	–
2002	–	8	26	30	28	7	1	–
2003	–	3	23	56	14	4	–	–
2004	–	15	32	34	17	2	–	–
2009	1	35	25	25	12	2	–	–
2011	–	6	37	43	11	3	–	–
2012	–	16	51	16	11	6	–	–

На протяжении четырех лет с 1980 г. по 1983 г. соотношение возрастных групп сохраняло относительную стабильность со значительным преобладанием шести и семилеток (5+ и 6+). В 1984 г. в уловах появилось поколение пятилеток (4+), высокочисленное по сравнению с предыдущими, и которое можно было бы оценить как относительно урожайное, давшее в следующем году наибольшую численность шестилеток (5+). Это поколение практически исчезло в уловах в 1987 г. В 1985 г в уловах также отмечается довольно большая доля четырех годовалых рыб, поколение которых имело в уловах значительную часть вплоть до 1980 г, когда вылов восьмилетних рыб этого поколения достиг 20 %. К сожалению, из ряда выпал 1988 г, в котором по нашим предположениям ожидалась большая доля

семилетних особей. Последний раз урожайное поколение четырехгодовалых рыб возникло в 2009 г. Случаи явного проявления урожайного поколения мальмы вероятно редки и диапазон колебаний его численности незначителен. В последующие годы с разными вариациями сохраняется преобладание в уловах шести и семигодовалых рыб. С 1998 г. в уловах значительно возрастает доля восьмилеток (7+), которая достигала в некоторые годы от 15 до 30%. Вероятно, эти вариации в основном зависят от видов орудий лова, которыми отбирались пробы в разные годы, однако в целом можно констатировать, что пополнение нерестовой части популяции гольца р. Кихчик происходит в основном за счет впервые в массе созревающих рыб в возрасте 5+ и 6+ лет.

С учетом пресноводного периода жизни проходная мальма имеет сложную возрастную структуру, насчитывающую десятки возрастных групп за счет большого разнообразия сочетаний пресноводных лет и лет с выходами в море. Таких категорий, например, у гольца р. Хайлюли насчитывается двадцать четыре, в р. Камчатке двадцать восемь (Tiller,1998). У мальмы р. Кихчик от десяти до шестнадцати возрастных групп (табл. 2). Возраст, в котором проходная мальма впервые скатывается в море, колеблется в широких пределах.

Из р. Кихчик мальма впервые начинает мигрировать в море в возрасте двух лет. Максимальный возраст ската шесть лет (табл.1). Наиболее встречающиеся возрастные группы 2.3+ (пять лет с двумя выходами в море). Анализ данных, представленных в таблице 2, показывает, что к 1998 г. наблюдается тенденция к увеличению количества рыб с большим возрастом первого ската. Если в 1992 г. рыб, скатившихся в возрасте 2+, в уловах было около 50%, то в 1998 г. их количество снизилось до 12,4%. В то же время растет количество особей с возрастом ската 4+ и 5+ лет. Число рыб со скатом в три года сохраняется наибольшим, за исключением 1992 г., однако и тогда их доля была достаточно велика. Таким образом, следует отметить, что возрастной состав смолтов мальмы в р. Кихчик непостоянен и может изменяться в зависимости от условий обитания в реке, из которых основным является кормность водоема.

Увеличение возраста смолтификации гольца р. Кихчик, видимо, связано именно с тем, что кормовая база реки стала достаточной для того, чтобы молодь увеличила срок речного периода жизни. Разновременность ската гольца в море и большое разнообразие сочетаний пресноводных лет и лет с выходами в море отражается на размерном составе одновозрастных групп, что позволяет ему занимать максимум экологических ниш, как в море, так и в рек (табл. 3). Широкий диапазон размеров гольца одного возраста можно рассматривать как приспособление для расширения и лучшего освоения кормовой базы в целях ослабления пищевой конкуренции. При одинаковом общем возрасте большую длину имеют рыбы, прожившие меньшее число лет в пресной воде (следовательно, с большим количеством лет с миграциями в море). Соответственно при одинаковом возрасте после первого ската более крупными рыбами являются те, что провели больше времени в пресной воде.

Таблица 2 - **Соотношение возрастных групп в уловах проходной мальмы из р. Кихчик (%).**

Кол-во выходов в море	Речные голы																			
	1992						1996					1997				1998				
	2	3	4	5	6	Σ%	2	3	4	5	Σ%	2	3	4	Σ%	2	3	4	5	Σ%
1	0,5	0,5	5,5	1,4		7,9		2	2	2	6		9,7	6,2	15,9		4,1	6,2	4,1	14,4
2	13,4	29,1	7,4			49,9	16	55	4	2	77	2,7	15,9	10,6	29,2	5,2	19,6	9,3	2,1	36,2
3	28,2	3,7	1,4	0,5	0,5	34,3	3	3	5	1	12	14,2	29,2	7,1	50,5	3,1	10,3	13,4	2,1	28,9
4	7,4	0,5				7,9	1	2	2		5	3,5	0,9		4,4	4,1	11,3	3,1		18,5
5																				
6																		1		1
7																		1		1
Σ %	49,5	33,8	14,3	1,9	0,5	100	20	62	13	5	100	20,4	55,7	23,9	100	12,4	45,3	34,0	8,3	100

Таблица 3 - **Средняя длина мальмы р. Кихчик(см) в зависимости от возраста, дифференцированного на речной и периоды выхода в море**

Год	Длина рыб (см) в возрасте, дифференцированном на речной период и с выходами в море																
	1,2	1,3	1,4	1,5	2,2	2,3	2,4	2,5	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	4,2	4,3	4,4	6,4	7,4
1992	26,0	34,0	33,9	35,7	35,1	36,7		37,7	40,9	44,3	39,0	35,0	42,1	39,0				
1996		27,0	28,5	29,5	32,5	33,0	36,7		43,7	49,0	49,6	38,0		39,0	46,0	43,0		
1997		31,7	30,4		33,0	38,3	36,4		46,2	44,0	44,4			49,0	51,0			
1998		31,2	29,8	34,2	38,4	38,2	37,1	38,5	52,0	47,1	50,1	40,3		50,0	48,3	50,3	53,0	45,0
Средняя	26,0	31,0	3,7	33,1	34,8	36,2	36,7	38,5	44,9	45,3	47,1	39,1	35,0	45,0	46,1	46,7	53,0	45,0

Примечание: в обозначении возраста первая цифра – количество выходов в море, вторая – пресноводный период жизни. Сумма цифр – общий возраст

Размерно-весовой состав мальмы р. Кихчик в целом значительных изменений на протяжении ряда лет не претерпевает. Колебания длины и массы тела происходят, как правило, в силу естественной разнокачественности особей. Mdiff в большинстве случаев не превосходит ошибку более чем в три раза, т. е. разность в размерах и массе не существенна. Однако с 1997 по 2004 гг наблюдается довольно значительные увеличение длины и массы, которые достоверно отличаются от остальных и именно у модальных возрастных групп 5+ и 6+. (таб. 4).

Таблица 4 - **Средняя длина и масса гольца р. Кихчик**

Год	Длина (см)	Масса (кг)	Количество
1980	38,4 ± 0,94	0,56 ± 0,04	384
1981	37,1± 0,47	0,55 ± 0,02	321
1982	38,0 ± 0,85	0,51 ± 0,02	215
1983	35,4 ± 0,47	0,42 ± 0,02	295
1984	36,3 ± 0,84	0,47 ± 0,04	298
1985	36,7 ± 0,97	0,51 ± 0,05	313
1986	37,0 ± 0,77	0,50 ± 0,03	264
1987	36,6 ± 0,63	0,46 ± 0,03	308
1989	43,1 ± 1,18	0,84 ± 0,07	54
1992	36,9 ± 0,33	0,55 ± 0,03	257
1996	35,0 ± 0,88	0,35 ± 0,05	163
1997	39,0 ± 0,18	0,85 ± 0,06	194
1998	41,8 ± 0,19	0,73 ± 0,04	231
1999	43,5±0,69	1,00±0,03	297
2000	38,4±0,81	0,70±0,02	200
2001	40,6±0,48	0,83±0,03	295
2002	40,7±0,50	0,83±0,03	201
2003	40,1±0,35	0,69±0,02	291
2004	42,0±0,39	1,26±0,29	314
2009	36,8±0,44	0,56±0,02	138
2011	38,9±,24	0,69±0,01	342
2012	36,9±,62	0,62±0,04	103

Возможно, это связано с улучшением морской кормовой базы мальмы в этот период. Также в 2004 г. отмечается наиболее высокий темп роста мальмы по сравнению с остальными периодами наблюдения (таблица 5).

Таблица 5 - **Темп роста мальмы р. Кихчик**

Год	Длина рыб в n лет, см						
	1	2	3	4	5	6	7
1980	5,4	10,8	16,5	25,7	32,1	38,6	43,8
1981	5,3	10,7	17,5	25,1	31,3	37,7	44,8
1989	5,3	10,6	17,9	25,6	32,2	41,8	46,9
1996	4,8	9,4	15,8	22,2	30,0	35,1	42,7
2004	5,4	11,1	18,9	26,6	33,8	40,3	49,7

В целом темп роста в разные годы не претерпевает значительных изменений.

Зависимость между длиной тела проходной мальмы и радиусом отолита имеет вид ломаной линии, если она устанавливается с учетом пресноводного периода жизни (Гудков, Скопец, 1989). Такой характер зависимости обусловлен тем, что при переходе в море происходит значительное увеличение темпа роста за счет более богатой морской кормовой базы. Для половозрелых рыб зависимость носит прямолинейный характер и выражается уравнением $L = -2,47 + 0,624R$ (рис.1).

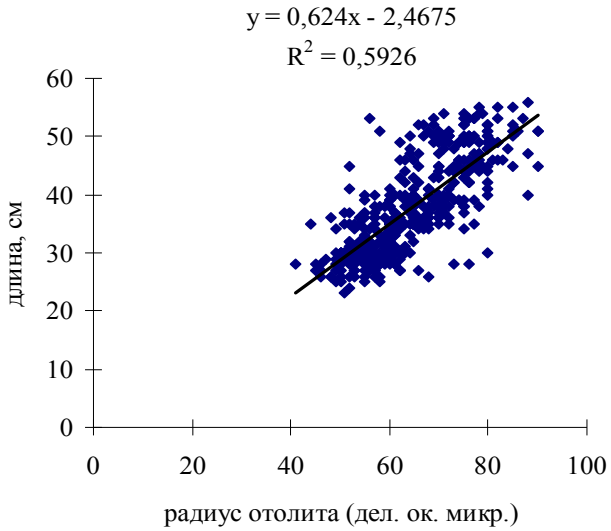


Рисунок 1 - **Зависимость радиуса отолита от длины рыбы**

Коэффициент корреляции составляет 0,59 при 95% уровне значимости. Это несколько ниже значения этого показателя у гольца реки Камчатка, у которых он равен 0,91 (Бугаев и др. 2007). Это обусловлено тем, что среди мальмы р. Кихчик встречаются особи с несколько иным характером соотношения диаметра отолита и длины рыбы, чем у основной массы. Иными словами, у одноразмерных рыб

встречаются экземпляры с отолитами значительно крупнее или мельче, чем у остальных. Возможно, в популяции мальмы р. Кихчик существуют группировки, различающиеся по структуре отолитов, как, например, у трески Баренцева моря (Мельянцев, 1978).

В популяциях проходной мальмы рек Камчатки, в том числе р. Кихчик половая структура характеризуется преобладанием самок, иногда очень значительным. Это же явление характерно для проходной мальмы р. Тауй (Волобуев, 1975) и сахалинских рек (Гриценко, 1971, Гриценко, Чуриков 1976), то есть является биологической особенностью проходной формы. Самки созревают несколько раньше самцов и раньше выбывают из нерестового стада за счет повышенной смертности в старших возрастных группах, для которых характерен наибольший процент самцов (Никольский, 1974, Armstrong, Morrow. 1980). Таблица 6, построенная по многолетним данным, является яркой иллюстрацией этого утверждения.

Таблица 6 - **Половая структура проходной мальмы р. Кихчик**

Возраст, лет	4	5	6	7	8
Доля самок, %	67	60	52	38	36

В целом в динамике половой структуры мальмы р. Кихчик довольно четко проявляется двухлетняя цикличность, которую, к сожалению, не удается проследить за весь период наблюдений из-за прерванного ряда (рис 2).

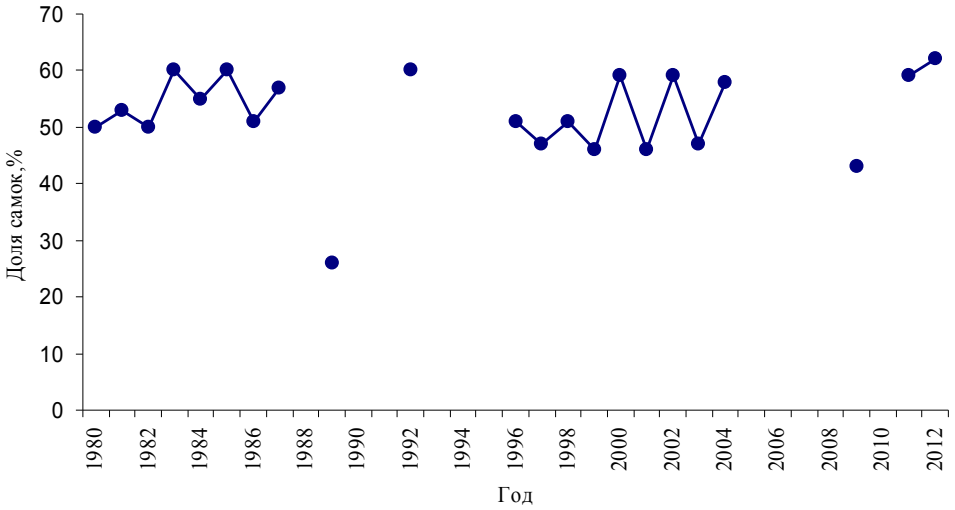


Рисунок 2 - **Динамика доли самок в половой структуре проходной мальмы р. Кихчик**

Известно, что изменения численности отражаются определенным образом на соотношении полов в популяции (Никольский, 1974). Такая взаимосвязь отмечена М.Л. Крыхтиным и А.Г. Смирновым у амурской горбуши (1962). Эта зависимость в какой-то степени существует и у проходной мальмы. Коэффициент корреляции между уловами и долей самок в популяции за десятилетний период составил 0,62.

Проходные гольцы являются полициклическими рыбами с единовременным нерестом. О сроках созревания мальмы можно судить по возрастному составу и степени развития половых продуктов. Массовое созревание гольца р. Кихчик происходит в 4-5-летнем возрасте. Плодовитость колеблется от 1125 до 4239 икринок. По сравнению с 1992 г. плодовитость мальмы стала значительно меньше (таблица 7).

Таблица 7 - **Плодовитость проходной мальмы р. Кихчик (шт.)**

Возраст	**Плодовитость, шт.**			
	1992 г.	**N**	**2011 г.**	**N**
4	1817	4	2478	1
5	2261	19	1415	13
6	2720	17	1867	10
7	3061	3	1942	2
8	1125	1	1182	1
9	4239	1	–	–
Ср.	2537	45	1777	27

Литература

Бугаев В.Ф, Вронский Б.Б., Заварина Л.О., Зорбиди Ж.Х., Остроумов А.Г., Тиллер И.В. Рыбы реки Камчатка // Петропавловск-Камчатский. Изд-во КамчатНИРО. 2007. 458 с.

Волобуев В.В. Структура популяции проходного гольца (p. Salvelinus) р. Тауй // Гидробиологические исследования внутренних водоемов Дальнего Востока СССР. Владивосток, 1975. С. 337–353.

Гудков П.К., Скопец М.Б. К методике определения возраста первого ската в море и обратного расчисления роста проходных гольцов рода Salvelinus // Вопросы ихтилогии. 1989, 29. №4. С. 601–608.

Гриценко О.Ф. Рост, созревание и плодовитость гольца Salvelinus alpinus L. рек о. Сахалина // Вопросы ихтиологии. Т.11. Вып. 4(69) 1971.С. 664–667.

Грищенко О.Ф., Чуриков А.А. Биология гольцов р. Salvelinus и их место в ихтиоценозах заливов северо-восточного Сахалина. I. Миграции, возраст, рост, созревание // Вопросы ихтиологии Т.16. Вып. 6 (101). 1976.С. 1012–1021.

Крыхтин М.Л.,Смирнов А.Г. О взаимосвязи численности и качественных показателей нерестовых стад амурских лососей // Вопросы ихтиологии. Т.2. Вып.1(22).1962.С.29–41.

Мельянцев Р.В. Структура отолитов трески Баренцева моря как вероятный признак для выявления отдельных популяций // "Физиологическая и популяционная экология животных", Саратов.1978. № 517. С. 129–136.

Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. М., Пищевая промышленность.1974. 444 с.

Armstrong R.H., Morrow I.E. The Dolli Varden charr, Salvelinus malma. // Charrs. Salmonid Fishes of the Genus Salvelinus (ed. E.K. Balon) Published by Dr. Junk E.V. 1980. P. 99–140.

Tiller I. V. Age structure of anadromous Dolly Varden in same rivers of Kamchatka // Biology and Evolution of Chars of the Northern Hemisphere. Abstrakts of the ISACF Workshop 2-10 September, 1998, Kamchftka, Russia. P. 45.

ABSTRACT. On the basis of long-term data dynamics of structure of population of the chars (Salvelinus) of the river Kikhchik is investigated. For 22 years of supervision of considerable changes in structure of herd of the chars (Salvelinus) of the river Kikhchik isn't observed that testifies to a stable condition of population.

ПИТАНИЕ ОСЕТРА РАЗНЫХ РАЗМЕРНЫХ ГРУПП В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ ЛЕТОМ 2015 г.

Э.Ю. Тихонова
Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (КаспНИРХ), Астрахань, kaspiy-info@mail.ru

Возрастные изменения питания рыб, обеспечивающие расхождение состава пищи молоди и взрослых особей, являются внутривидовым приспособлением, позволяющим наиболее полно использовать кормовую базу водоема (Шорыгин, 1952). В современных условиях, когда под влиянием целого ряда негативных факторов, отмечается резкое уменьшение запасов осетровых в Каспийском море, а популяция осетра характеризуется измельчанием (Ходоревская, 2012; Коноплёва, Иванова, 2013), является интересным проследить внутривидовые пищевые предпочтения разноразмерных особей данного вида в зонах разных глубин.

Материал для исследования был собран при проведении осетровой съемки в июле-августе 2015 г. в западной части Северного Каспия. Трофологическая выборка состояла из особей осетра длиной от 13,0 до 108,0 см, средней массой 2,8 кг. Всего было проанализировано 77 желудков согласно общепринятой методике (Методическое пособие…, 1974). Весь собранный материал был разбит на три размерные группы: особи длиной до 40 см - молодь, неполовозрелые осетры длиной 41-80 см, взрослые экземпляры - свыше 80 см.

Спектр питания осетра, нагул которого проходил на мелководье (на глубинах до 6,0 м) состоял из моллюсков, ракообразных, червей, рыбного корма и компонента группы «прочие» - ракуши. Базовым кормом являлась рыба, представленная видами сем. бычковых (бычки и пуголовки) и сем. сельдевых (обыкновенная килька). Доминировали бычки, на долю которых приходилось более половины содержимого пищевого комка. Дополняли рацион многощетинковые черви (*Hediste diversicolor*) и нектобентические ракообразные. Моллюски (*Abra ovata)* в питании осетра на мелководье встречались редко. Среднепопуляционный показатель накормленности на обследуемой акватории составил $34,7^0/_{000}$ (рис. 1).

Питание разноразмерного осетра резко различалось по качественным и количественным характеристикам. Молодь нагуливалась на ракообразных - гаммаридах р. Niphargoides (*N.similis, N. macrurus, N. compresus*) и мизидах р. Paramysis (*P.baeri, P. ullskyi*). Показатель накормленности данной размерной группы находился на уровне средних значений.

Рацион осетра длиной 41-80 см базировался на рыбном корме, который на две трети состоял из бычков, реже в желудках встречалась обыкновенная килька. Второстепенную роль в питании играли черви. В небольших количествах в пищевом

комке молодых осетров встречались ракообразные, преимущественно краб, и моллюск *A. ovata*. Величина общего индекса наполнения желудков исследованных особей соответствовала благоприятным условиям нагула.

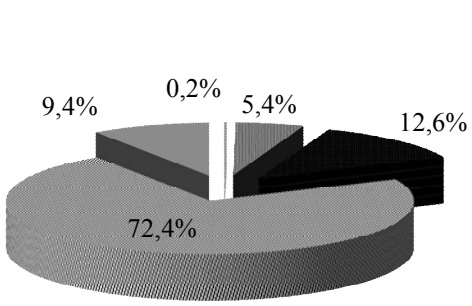


Рисунок 1 - **Спектр питания осетра в мелководной зоне западной части Северного Каспия летом 2015 г.**

Содержимое пищевого комка взрослого осетра почти в равных пропорциях состояло из крабов и бычков. Несмотря на то, что в анализе отсутствовали особи с пустым пищеварительным трактом, у осетра длиной более 80 см индекс наполнения желудков находился на низком уровне и составил всего 8,6 ‰, что почти в три раза ниже нормы (рис. 2).

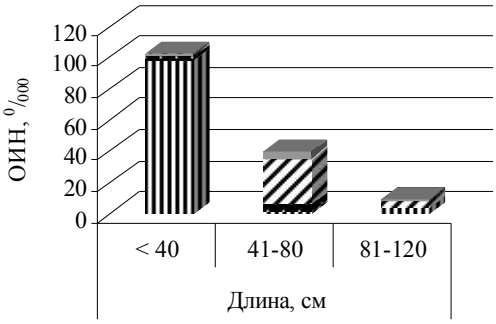


Рисунок 2 - **Питание разноразмерного осетра в мелководной зоне западной части Северного Каспия летом 2015 г.**

Таким образом, мелководье Северного Каспия в описываемый период по своим трофическим показателям обеспечивало благоприятные условия нагула только для молодой части популяции осетра.

С ростом глубин происходило расширение рациона питания осетра. Практически во всех группах кормовых организмов, по сравнению с мелководной

зоной, наблюдалось увеличение видового состава: моллюски были представлены 6 таксонами, ракообразные и рыбный корм – по 5 таксонов.

На долю представителей жесткого бентоса и ихтиофауны приходилось почти 90% от всего состава пищи. Из моллюсков осетром особенно активно избирались виды рода Didacna, несколько реже - средиземноморские вселенцы *Abra ovata* и *Mytilaster lineatus*. Среди рыбного корма больший процент приходился на долю бычков. В составе пищевого комка встречались также атерина, обыкновенная килька, пуголовка и рыба-игла, но их доля в рационе осетра была незначительна. Из ракообразных в большей степени избирались гаммариды; определенную роль в питании играли краб, мизиды, кумовые и усоногие рачки. Общий индекс наполнения желудков осетра, нагул которого проходил в глубоководной зоне, был высоким и составил в среднем $70{,}2^0/_{000}$ (рис. 3).

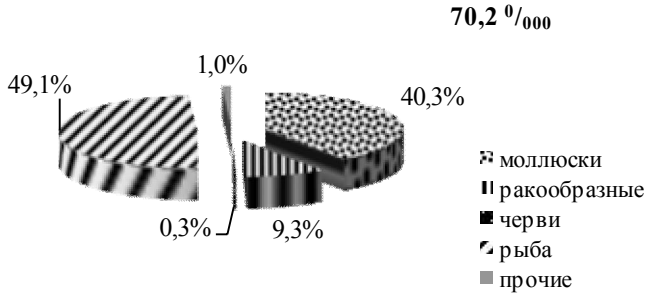


Рисунок 3 - **Спектр питания осетра в глубоководной зоне западной части Северного Каспия летом 2015 г.**

Формирование рациона молоди осетра происходило за счет червей и ракообразных. Доминирующим кормом являлись полихеты *H. diversicolor*. Среди небольшого количества ракообразных, встреченных в желудках осетра длиной до 40 см, превалировали кумовые раки и мизиды. Показатель накормленности находился на низком уровне для данной размерной группы, составив всего $34{,}8^0/_{000}$.

С увеличением длины тела осетра расширялся его рацион питания. У молодых экземпляров главным кормом являлись бычки, занимая более половины от всего состава пищевого комка, также встречались и другие представители ихтиофауны. Второстепенным кормом служили ракообразные (краб и гаммариды) и моллюски. Среди последних осетр длиной 41-80 см отдавал предпочтение A. ovata и Dreissena polymorpha, реже встречались M. lineatus, Didacna sp. и Theodoxus pallasi. Черви встречались в крайне незначительных количествах. Индекс наполнения желудков находился на уровне $43{,}3^0/_{000}$, что несколько превышает оптимальное значение.

В питании взрослого осетра практически в равных количествах присутствовали рыба и моллюски, составив в сумме более 90%. Видовой состав представителей «жесткого» бентоса формировали моллюски морского комплекса.

Среди них в большей степени избирались Didacna sp., M. lineatus и A. ovata, небольшой процент приходился на Cerastoderma lamarcki и Th. pallasi. Накормленность взрослого осетра составила 84,0‰, что говорит о хорошей обеспеченности пищей (рис. 4).

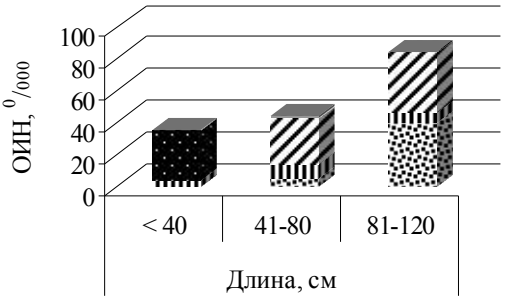


Рисунок 4 - **Питание разноразмерного осетра в глубоководной зоне западной части Северного Каспия летом 2015 г.**

В целом в глубоководном районе западной части Северного Каспия в летний период нагул осетра проходил на высококалорийных кормах, особенно благоприятно условия нагула складывались для взрослой части популяции.

Проведенное исследование показало, что питание разноразмерного осетра резко различалось по качественным и количественным характеристикам. Молодь нагуливалась на полихетах и ракообразных, при этом в большей степени удовлетворяла пищевым потребностям данной возрастной группы именно мелководная зона. Рацион осетра размерной группы 41-80 см базировался на рыбном корме. Содержимое желудков крупного осетра почти в равных пропорциях состояло из моллюсков и рыбы. Интенсивность питания взрослой части популяции осетра и ее хорошая обеспеченность пищей наблюдались в глубоководной зоне.

Полученные данные говорят о том, что осетр по-прежнему сохраняет свой характер питания, предпочитая определенные кормовые организмы в разные периоды своей жизни. Для обеспеченности пищей, которая способствует увеличению темпа роста и повышению численности вида, популяция осетра распределяется на пастбищах Северного Каспия согласно своим возрастным потребностям.

Литература

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974. 253 с.

Коноплёва И.В., Иванова Л.А. Современное состояние запасов и структура популяции русского осетра (ACIPENSER GULDENSTADTII BRANDT, 1833) в Волго-Каспийском районе // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйств. 2013. Вып. 3. С. 30-38.

Ходоревская Р.П., Калмыков В.А., Жилкин А.А. Современное состояние запасов осетровых Каспийского бассейна и меры по их сохранению // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2012. Вып. 1. С. 99-107.

Шорыгин А.А. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря. М.: Пищепромиздат, 1952. 267 с.

ABSTRACT. The article presents the data for the topological analysis of three-size groups of sturgeon in the Western part of the Northern Caspian Sea in summer period 2015. The work shows the nutrition of a different size sturgeon in depending on the depth of the feeding. The article has determined food preferences of juveniles and adult part of the population.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ КУМЖИ *SALMO TRUTTA* LINNAEUS, 1758 РЕКИ ПОНОЙ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Ткаченко, А.П. Шкателов

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, Мурманск, tkach@pinro.ru

Кумжа – один из наиболее ценных и широко распространённых представителей ихтиофауны Кольского п-ова. В среднем и нижнем течениях р. Поной расположены рыболовные лагеря, ежегодно посещаемые сотнями рыбаков-любителей. В этой реке лососевые виды рыб интенсивно облавливаются в основном русле и притоках на протяжении всего рыболовного сезона (Прусов, 2004). Это обусловливает необходимость организации рационального рыболовства, что невозможно без изучения объектов промысла и наблюдения за основными параметрами, характеризующими состояние популяции (средний возраст и размеры рыб, количество возрастных групп, плотности расселения молоди кумжи, анализ спортивного и любительского рыболовства). Это и предопределило основную цель настоящего исследования, которая состоит в том, чтобы на основании полученных данных по популяционным характеристикам оценить современное состояние стада кумжи р. Поной.

Основой для данной работы послужили материалы, собранные с конца мая по начало октября 2010-2015 гг. Участки исследований, на которых собирались данные, находились в нижнем течении реки – от впадения р. Колмак до устья р. Поной (~ 100 км).

Объектом исследования являлась кумжа, в основном проходная (морская) форма, встречающаяся как прилов при любительском лове атлантического лосося, который проводится по принципу «поймал-отпустил».

Участки исследований, на которых определялись плотности расселения молоди лососевых, находились в нижнем течении р. Поной. Их выбор был обусловлен тем, что в нижнем течении реки располагаются наибольшие площади нерестово-выростных участков (НВУ) с очень хорошими условиями для обитания молоди лососевых. Участки исследований представляли собой различные притоки, как крупные – реки Рябога, Пурнач, Томба, так и мелкие ручьи – Алексеевский, Запасный, Большая Вязка.

Плотность расселения молоди определялась с использованием электролова Smith-Root Model 15-B. Каждый участок облавливался не менее трех раз, при этом фиксировалось количество пойманных рыб. Расчеты выполнены по методу удаления (Zippin, 1958).

Сбор и обработка материалов проводилась по стандартным методикам (Правдин, 1966; Смирнов, Шустов, 1978).

Кумжа является пластичным видом и способна приспосабливаться к обитанию в различных условиях, что приводит к вариациям размерно-массовых характеристик (таблица 1).

Таблица 1 – **Размерно-массовая структура кумжи р. Поной в 2010-2015 гг.**

Год	Длина АС, см			Масса, кг		
	сред.	min	max	сред.	min	max
2010	45,1	30,0	59,0	1,1	0,3	2,7
2011	47,6	38,0	61,0	1,3	0,6	2,6
2012	39,8	18,0	55,0	1,2	0,3	2,0
2013	45,2	33,0	52,0	1,2	0,4	1,9
2014	48,0	38,0	64,0	1,3	0,5	2,6
2015	44,4	25,0	64,0	1,1	0,3	2,3

Проведенные исследования в 2010-2015 гг. показали, что средняя длина более 60% производителей кумжи бассейна р. Поной составляла от 40 до 50 см, а средняя масса более 90 % всех рыб была от 0,5 до 1,5 кг (рисунок 1). Основываясь на ретроспективных данных работы РУЗ (рыбоучетное заграждение) в 1977-1990 гг., где длина производителей кумжи варьировала от 29 до 53,3 см, а средняя масса колебалась в пределах от 0,7 до 0,9 кг (Лукин, 2009), можно отметить, что для современной популяции кумжи р. Поной характерно увеличение средней массы производителей.

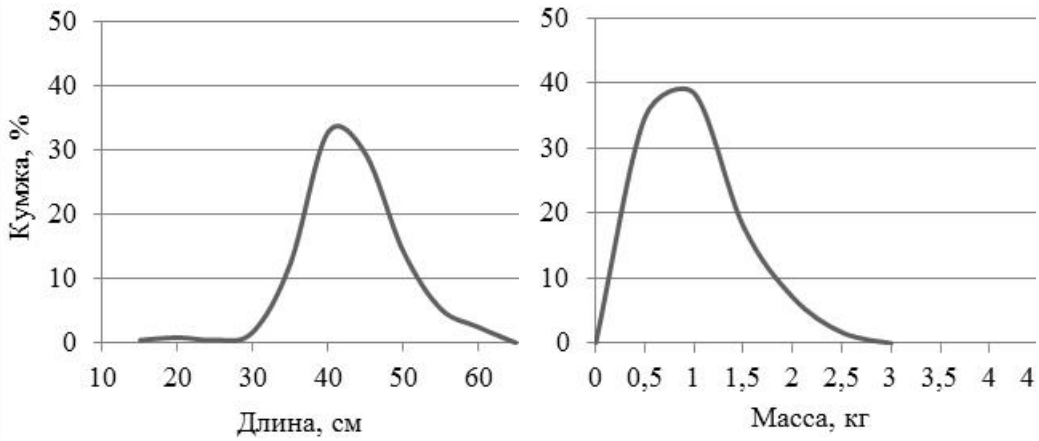


Рисунок 1 – **Размерно-массовые характеристики производителей кумжи из уловов любительского и спортивного рыболовства на р. Поной в 2010-2015 гг.**

В 2010-2015 гг. любительское и спортивное рыболовство в нижнем течении р. Поной осуществлялось с конца мая по начало октября, с перерывом на несколько недель в июле, максимальное количество поимок отмечалось в 2015 г. и составило 3040 экз., а в остальные годы уловы кумжи колебались от 1346 экз. в 2011 г. до 2450 экз. в 2014 г. (рисунок 2). В ретроспективных материалах по вылову кумжи на РУЗ р. Поной в 1977-1990 гг. ежегодные уловы кумжи изменялись в пределах от 21 до 4036 экз. (Лукин, 2009). Средний вылов в 2010-2015 гг. составил 2089 экз. и почти в два раза превысил средний вылов на РУЗ за период 1977-1990 гг. (1229 экз.).

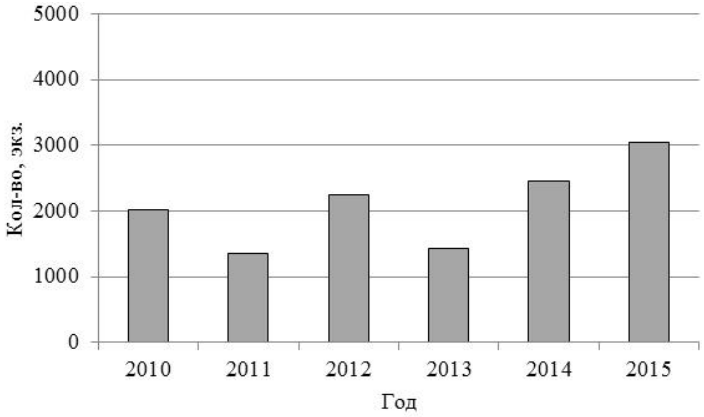


Рисунок 2 – **Уловы кумжи по принципу «поймал-отпустил» на участке от р. Колмак до устья р. Поной в 2010-2015 гг., экз.**

Вылов на единицу усилия (CPUE-экз./удочка/день) на участке исследования в 2010-2015 гг. в среднем составил 1,3 экз. на одного рыбака в день (рисунок 3), при максимальных значениях в 2015 г. – 1,8 экз. и минимальных в 2013 г. – 0,8 экз. на одного рыболова в день.

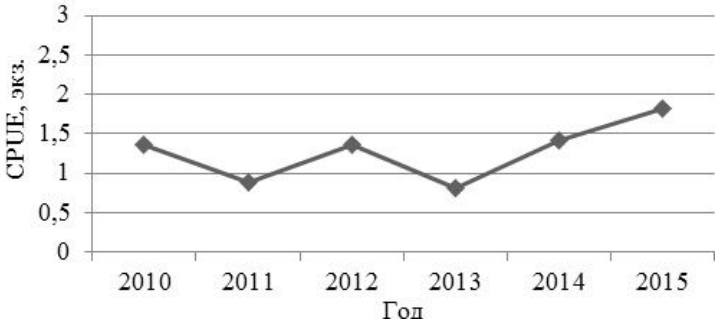


Рисунок 3 – **Вылов на единицу усилия кумжи при лове по принципу «поймал-отпустил» в 2010-2015 гг., экз. на одного рыболова в день**

Наибольшее количество поимок отмечалось на первых неделях лова (рисунок 4), в этот период CPUE в среднем составлял от 2,4 до 3,6 экз. на одного рыболова в день, в последующие недели количество поимок на единицу усилия уменьшалось и составило около ~ 0,75 экз. После перерыва наблюдалось увеличение количества поимок на одного рыболова в день и в среднем составляло ~ 1,2 экз. на единицу усилия.

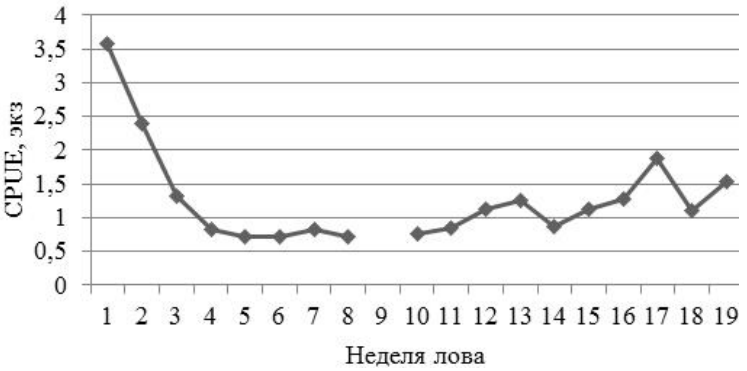


Рисунок 4 – **Вылов на единицу усилия кумжи при лове по принципу «поймал-отпустил» в нижнем течении р. Поной по неделям лова в 2010-2015 гг., экз.**

Возрастная структура производителей проходной (морской) кумжи р. Поной в 2014-2015 гг. представлена рыбами с абсолютным возрастом 6+ и 7+ лет (таблица 2).

Таблица 2 – **Возрастная структура производителей кумжи в р. Поной в 2014-2015 гг.**

Год	Возрастная структура, %							PS*
	Абсолютный возраст, лет							
	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	
2014	-	3,8	15,4	57,7	15,4	3,8	-	3,8
2015	-	2,9	13,7	28,4	30,4	14,7	4,9	4,9

*PS – отнерестившиеся рыбы («previous spawning»).

Анализ возраста кумжи из уловов 2014-2015 гг. показал, что рыба проводит в реке от 3 до 5 лет, после чего скатывается в море, где может нагуливаться до 4 лет. Также встречались рыбы, по чешуе которых невозможно отличить речной и морской периоды жизни. Вероятно, это объясняется тем, что они скатываются в эстуарную зону на первом году жизни и нагуливаются там до наступления половозрелости (Крылова, 2003).

Исследования плотности расселения молоди в 2010-2015 гг. проводились в первой декаде августа. Молодь кумжи на участках исследования встречалась единично, исключение представляет ручей Большая Вязка, где плотность

расселения молоди кумжи в 2010 и 2015 гг. составила 8,4 и 13,2 экз./100 м^2 соответственно. Малая численность молоди кумжи была обусловлена высокой конкуренцией с молодью атлантического лосося, который занимает схожие биотопы. Кроме того, кумжа предпочитает более мелкие участки, которые не обследовались. Плотность расселения молоди кумжи в ручьях и реках нижнего течения р. Поной оценивается на уровне менее 1 экз./100 м^2.

Проведенные в 2010-2015 гг. исследования показали, что наблюдается увеличение средней массы производителей кумжи по сравнению с ретроспективными данными.

Возрастная структура кумжи р. Поной близка к естественной и характеризуется наличием крупных особей и широким возрастным рядом. В реке встречаются особи, ведущие исключительно «речной» образ жизни, рыбы с «морским» и «смешанным» нагулом.

Среднее количество поимок производителей кумжи за период наблюдений в 2010-2015 гг. при любительском и спортивном рыболовстве в нижнем течении р. Поной по принципу «поймал-отпустил» значительно превышает ретроспективные данные среднего промышленного вылова на РУЗ р. Поной в 1977-1990 гг.

Анализ собранных данных позволяет оценить состояние запасов кумжи в бассейне р. Поной как удовлетворительное, популяция кумжи не подвержена риску снижения репродуктивного потенциала.

Литература

Крылова С.С. Кумжа (*Salmo trutta* (L.)) Кольского полуострова: Автореф. канд. дис. – Петрозаводск. – 2003. – 19 с.

Лукин А.А. Биологическая характеристика кумжи (*Salmo trutta* (L.)) некоторых водоемов Кольского полуострова / А.А. Лукин, С.С. Крылова // Вопр. ихтиологии. – 2010. – Т. 50, № 5. – С. 643-651.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И.Ф. Правдин – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 367 с.

Прусов С.В. Атлантический лосось (*Salmo salar* L.) реки Поной (экология, воспроизводство, эксплуатация): Автореф. канд. дис. – Петрозаводск. – 2004. – 24 с.

Смирнов Ю.А. Оценка производительности нерестово-выростных угодий лососевых рек / Ю.А. Смирнов, Ю.А. Шустов // Лососевые нерестовые реки Онежского озера. – Л., 1978. – С. 65-70.

Zippin C. The removal method of population estimation. // J. of Wildlife Management. – 1958. – V. 22, N. 1. – 82-90 pp.

ABSTRACT. The article is devoted to the contemporary state of bull-trout (*Salmo trutta* L.) population in the River Ponoy of the Murmansk Region. The article analyzes data on the age structure of the population, density of juvenile fish distribution, size and weight characteristics of the spawners. It also gives the statistics of sport and recreational fishing in 2010-2015.

ПЛОТНОСТЬ РАССЕЛЕНИЯ МОЛОДИ ЛОСОСЯ И КУМЖИ В НЕКОТОРЫХ ПРИТОКАХ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА

И.А. Тыркин

Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга (ГосНИОРХ), Санкт-Петербург, igor7895@yandex.ru

В течение последнего столетия в России и в сопредельных северных странах наблюдалось сокращение многих диких популяций наиболее ценных представителей ихтиофауны – лососёвых рыб. Существование крупнейших популяций пресноводного лосося (*Salmo salar* L.) и кумжи (*Salmo trutta* L.) на территории Республики Карелия связано, главным образом, с бассейнами Онежского и Ладожского озёр (Смирнов, 1979; Мартынов, 2007; Щустов и др., 2011).

Бассейн Онежского озера находится на территории Европейского Севера России и занимает территорию 61,1 тыс. км^2, 75% которой покрыто лесами, более 13% заболочено, 7% приходится на озёра. Бассейн Онежского озера обладает обширной гидрографической сетью (1152 водотока), из которых 52 имеют длину более 10 км (Швец, 1977). Основными водотоками бассейна являются реки: Водла, Шуя, Суна, что составляет в сумме около 60% от общего притока в озеро (Литвиненко, 1998). Речной сток подвержен значительным колебаниям по временам года, поскольку питание рек преимущественно снеговое, в меньшей степени - дождевое.

К концу XX века популяции пресноводного лосося и озёрной кумжи в бассейне Онежского озера существенно сократились, под действием факторов антропогенного характера, таких как неконтролируемый вылов, нарушения и деградации естественных нерестово-выростных участков, в связи с лесосплавом и гидростроительством (Смирнов, 1971; Тыркин и др., 2011). В результате утраты нерестовыми реками репродуктивного потенциала и снижения численности производителей данные виды были внесены в Красную книгу Карелии (2007). С 1977 г. популяция пресноводного лосося Онежского озера (стадо р. Шуя) поддерживается за счёт искусственного воспроизводства.

Целью данного исследования являлась оценка плотности расселения молоди лосося и кумжи в притоках Онежского озера.

Материалы и методы

Реки бассейна Онежского озера имеют горный характер (особенно маленькие), для них характерны большие уклоны, каменистое слабо размываемое русло. Русла рек имеют много порогов, быстрин, перекатов, чередующихся с плёсами, разливами или озёрами. Работы проводились на 14 притоках Онежского озера (протяжённостью (Каталог озёр и рек Карелии, 2001)): Шокша (23 км), Пухта

(28 км), Большая Уя (16 км), Орзега (15 км), Нелукса (9,66 км), Лососинка (25 км), Шуя (194 км), Сяпся (36 км), Суна (280 км), Лижма (67 км), Кумса (62 км), Немина (76 км), Филиппа (31 км), Пяльма (72 км).

Реки обследовались пешими маршрутами с подъездом на автомобиле. Участки потенциально пригодные для обитания молоди лосося и кумжи облавливались электроловом «FA-3» (Норвегия) по стандартной методике (Маслов, 1989; Karlstrom, 1976). Ихтиологическая съёмка проводилась в начале сентября 2015 г., участки облова составляли от 30 до 250 м^2. Облов каждого выбранного участка проводили три раза с интервалом в 10 минут, что позволяет изъять до 97% рыб. После облова производился подсчёт общего числа экземпляров для каждого вида, выловленных на облавливаемом участке реки (Обзор методов оценки…, 2000). Для определения возраста пинцетом брались несколько чешуек (Мартынов, 1987). В дальнейшем молодь выпускалась в живом и неповрежденном виде на месте вылова.

Результаты и обсуждение

В ходе обловов типичных мест обитания лосося 14-ти притоков Онежского озера было обнаружено 12 видов рыб: голец обыкновенный (усатый) (*Barbatula barbatula* L.), бычок-подкаменщик (*Cottus gobio* L.), окунь пресноводный (*Perca fluviatilis* L.), плотва (*Rutilus rutilus* L.), ёрш обыкновенный (*Gymnocephalus cernuus* L.), уклейка (*Alburnus alburnus* L), щука (*Esox lucius* L.), хариус европейский (*Thymallus thymallus* L.), налим (*Lota lota* L.), пескарь (*Gobio gobio* L.), гольян обыкновенный (*Phoxinus phoxinus* L) атлантический лосось (пресноводная форма) (*Salmo salar* L.), кумжа (форель) (*Salmo trutta* L.).

Повсеместно встречаемыми видами рыб на нерестово-выростных участках (НВУ) лосося являются: бычок-подкаменщик и голец обыкновенный, остальные виды встречались реже, некоторые – единично. Молодь лосося была отмечена в шести (Суна, Лижма, Кумса, Немина, Пяльма, Шуя), а кумжа в восьми (Шокша, Пухта, Большая Уя, Орзега, Нелукса, Кумса, Филиппа, Пяльма) из исследованных притоков. В рр. Лососинка и Сяпся молодь лосося встречается нерегулярно, а в р. Филиппа отсутствует с начала XX века (Смирнов, 1971), что, вероятно, объясняется её нынешними гидрологическими условиями. Молодь кумжи по биологии очень близка к молоди лосося и предъявляет сходные требования к гидрологии и топографии порогов, поэтому на НВУ некоторых рек встречается совместно с молодью лосося. Однако в ходе данного исследования кумжа совместно с лососем была отловлена лишь в двух водотоках – рр. Кумса и Пяльма. Однако присутствует определённое территориальное разделение, вызванное разными оптимальными скоростями течения для каждого вида. Кумжа предпочитает участки с более низкими скоростями течения, чем лосось. Реки Шокша, Пухта, Большая Уя, Орзега, Нелукса по гидрологическим условиям являются типично кумжевыми и лосось в них не был отмечен ранее.

Плотность расселения. Плотность расселения молоди лосося на порогах изменялась в широких пределах: минимальные значения отмечались в р. Шуя – 26 экз./100 м^2, максимальные - в р. Суна – 180 в экз./100 м^2 (рис. 1). Необходимо отметить, что такая высокая плотность расселения в р. Суна была зафиксирована на рекультивированном пороге, расположенном на территории заповедника Кивач, где обеспечивается надлежащая охрана НВУ. Плотность расселения в р. Шуя составила 26 экз./100 м^2, достаточно низкий показатель, т.к. Шуя вносит наибольший вклад в воспроизводство лосося в бассейне Онежского озера. Нерестово-выростные участки р. Шуя по площади занимают около 60% от общего фонда НВУ бассейна Онежского озера. По данным Л.П. Рыжкова и Ю.В. Костылева (1984) в 70-80-х гг. прошлого века лосось р. Шуя обеспечивал 75% уловов по озеру. Полученные данные о невысоких плотностях расселения молоди лосося в реке хорошо согласуются с результатами наблюдений прошлых лет (Тыркин и др., 2011). Низкая численность молоди лосося на порогах рр. Немина и Шуя объясняется неполной загруженностью нерестовых площадок т.к. производители заходят в реку в мае и до осени изымаются местными рыбаками. Река Шуя протекает через многие населённые пункты, является популярным объектом у туристов для сплава. Отловить молодь лосося в р. Лососинка в 2015 г. не удалось, что подтверждает отсутствие стабильного воспроизводства лосося в данном водотоке. В прошлом р. Лососинка была населена лососем и озерной форелью, однако строительство плотин нарушило пути миграции проходных рыб. В настоящий момент лососю доступен нерестово-выростной участок площадью около 500 м^2, расположенный перед первой плотиной в 0,5 км от устья. Ещё две плотины расположены выше по течению – в 2,5 и 3,1 км от устья. Все они не преодолимы для лосося (Тыркин и др., 2011б). По сравнению с предыдущими годами, стабильность наблюдается в плотностях расселения в рр. Кумса и Пяльма, схожие данные были получены в 2010 г. Плотности составили 80 экз./100 м^2, что соответствует данным полученным ранее для р. Пяльма в 2010 г, а Кумсы - в 2009 г, т.к. в 2010 г. плотность расселения составила около 100 экз./100 м^2, уровень воспроизводства находится на устойчивом уровне. В 2015 г. плотности лосося в р. Лижма достигли 46 зкз./100 м^2, что почти в 3 раза выше по сравнению с плотностями расселения, которые мы наблюдали ранее - 16 экз./100 м^2 (Тыркин и др., 2011).

Плотность расселения молоди кумжи варьировали в широких пределах от 3 (Филиппа) до 100 (Орзега) экз./100 м^2. В реках, где кумжа обитает совместно с лососем на НВУ плотности не превышали 15 экз./100 м^2. Данный показатель достаточно низкий, особенно в сравнении с малыми кумжевыми реками, где плотности расселения составляют от 34 (Большая Уя) до 100 (Орзега) экз./100 м^2. Плотности расселения кумжи в рр. Шокша и Пухта согласно исследованиям, выполненным ранее были не высокими и составляли 30 и 25 экз./100 м^2. (Шустов, Веселов, 2005).

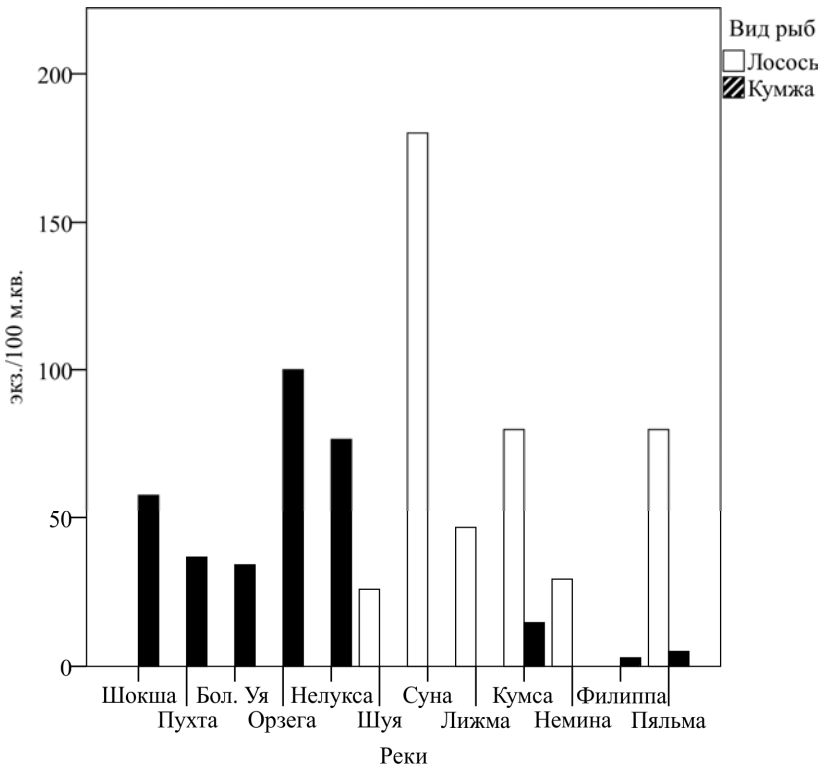


Рисунок 1 - **Плотность расселения молоди лосося и кумжи в 2015 г.**

В сравнении с нашими данными естественное воспроизводство увеличилось в р. Шокша в два раза, а в р. Пухта - почти в полтора раза. В р. Большая Уя плотность распределения рыб составила 34 экз./100 м^2, что выше в два раза по сравнению с 2014 г, где плотность составила 16 экз./100 м^2 (Тыркин и др., 2015), и на уровне предыдущего периода исследования, когда плотность расселения составляла 33 экз./100 м^2 (Шустов, Веселов, 2005). В р. Орзега общая плотность расселения составила 100 экз./100 м^2. Это наибольший показатель для кумжи в обследованных реках в 2015 г, который в два раза выше по сравнению с 2014 г., где плотность составляла 51 экз./100 м^2 (Тыркин и др., 2015). По данным Ю.А. Шустова с А.Е. Веселовым (2005) плотность расселения была высокой и достигал 72 экз./100 м^2 (Шустов, Веселов, 2005). Плотность расселения кумжи в р. Нелукса составила 77 экз./100 м^2, что отражает устойчивый уровень воспроизводства, но ниже чем в 2014 г., где плотность составили 129 экз./100 м^2 (Тыркин и др., 2015).

Возрастная структура. Возрастная структура молоди лосося выглядит следующим образом: в р. Лижма возрастная группа 0+ (сеголетки) представлена меньшим числом особей по сравнению со старшими возрастными группами (1+ и старше) (рис. 2), что также свидетельствует о нестабильности естественного

воспроизводства. В рр. Пяльма и Шуя пестрятки лосося представлены единичными особями, что свидетельствует о малой численности нерестового стада в 2013 г. Таким образом, уровень естественного воспроизводства лосося р. Пялма в 2015 г. сохранился на уровне 2010 года (Тыркин и др., 2011). В остальных реках возрастная группа 0+ преобладала в уловах, следовательно, 2014 г. был успешным для нереста. При этом стоит отметить, что в р. Шуя возрастная группа 1+ представлена единично, что говорит о сниженном числе производителей, участвующих в нересте в 2013 г.

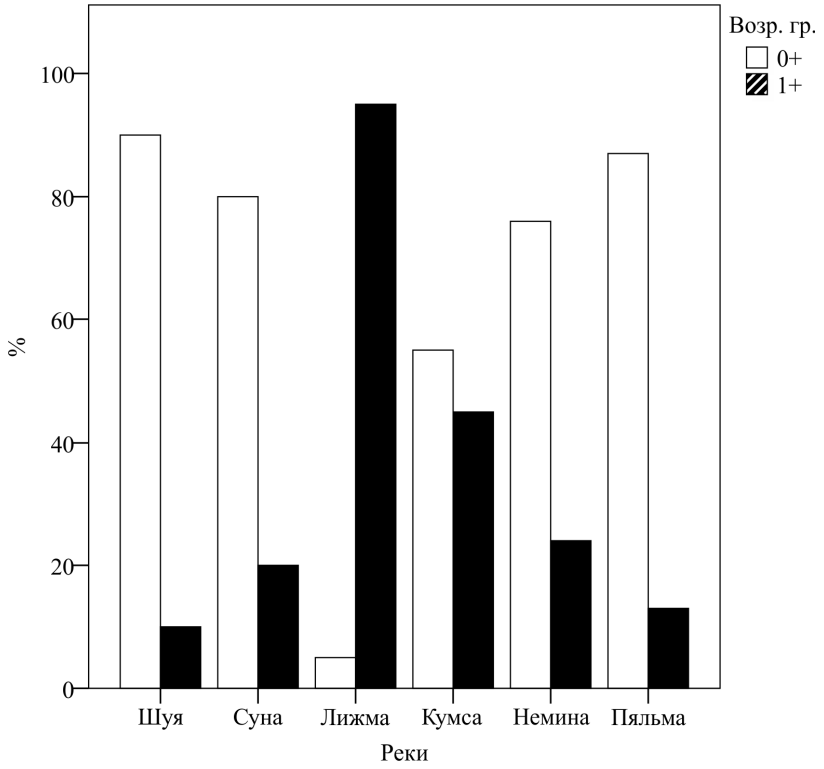


Рисунок 2 - **Возрастная структура молоди лосося**

В реках Пухта и Большая Уя молодь кумжи представлена трема возрастными группами от сеголеток (0+) до трехлеток (2+), в остальных реках - двумя (0+-1+) (рис. 3). В трех реках – Шокша, Пухта и Большая Уя численно преобладали сеголетки. В рр. Орзега и Нелукса наоборот больше особей приходится на пестряток. В р. Кумса возрастные группы представлены равным числом особей, а рр. Пяльма и Филиппа отмечены исключительно преобладанием старших возрастных групп (1+ и старше). Полученные данные свидетельствуют об отсутствии нереста в рр. Пяльма и Филиппа на данном пороге в 2014 г. и нестабильности воспроизводства кумжи в данных водотоках.

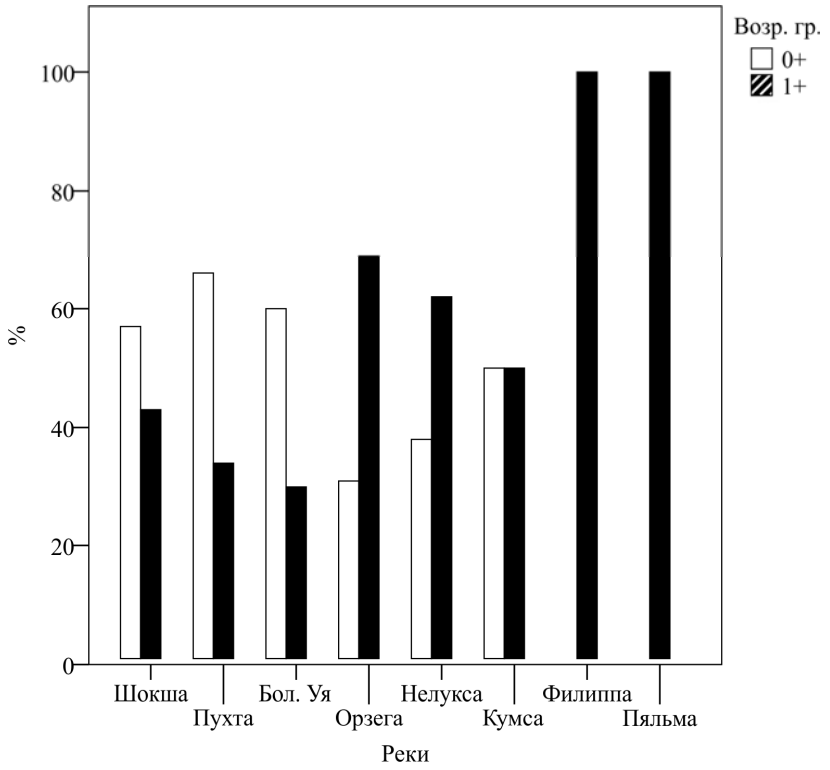


Рисунок 3 - **Возрастная структура молоди кумжи**

Отсутствие возрастной группы 2+ на ННУ молоди лосося и кумжи можно объяснить скатом в озеро.

Заключение

Естественное воспроизводство лосося осуществляется в 6 (Шуя, Суна, Лижма, Кумса, Немина, Пяльма) обследованных притоках Онежского озера. Плотность расселения для всех возрастных групп составила от 26 (р. Шуя) до 180 (р. Суна) экз./100 м^2. Низкая численность молоди лосося отмечена в реках Шуя и Немина. Состояние НВУ молоди лосося хорошее, низкая плотность расселения свидетельствует о недостаточной численности нерестового стада на нерестовых участках рек. В р. Лижма плотность расселения выше по сравнению с 2010 г, но численность возрастной группы 0+ низкая, что свидетельствует о малом количестве производителей в 2014 г. В рр. Кумса и Пяльма, плотность расселения лосося высокая - 80 экз./100 м^2, что соответствует данным, полученным ранее. Можно сказать, что естественное воспроизводство лосося осталось на стабильном и хорошем уровне. Стабильно высокие плотности расселения характерны для

р. Суна, что связано с выполненной рекультивацией порога и его охраной. В р. Лижма сеголетки представлены меньшим числом особей по сравнению со старшими возрастными группами, в рр. Пяльма и Шуя пестрятки лосося представлены единичными особями.

Молодь кумжи обитает в 8 из обследованных водотоках (Шокша, Пухта, Большая Уя, Орзега, Нелукса, Кумса, Филиппа, Пяльма). Совместно с лососем обнаружена на порогах рр. Кумса и Пяльма, где плотность составила 5-15 экз./100 м^2, что является низким показателем естественного воспроизводства. В р. Пяльма обнаружены только пестрятки и единично. Наибольшая численность расселения отмечена в р. Орзега (100 экз./100 м^2), а наименьшая - в р. Филиппа, всего 3 экз./100 м^2. Плотность расселения увеличилась в р. Шокша, Большая Уя в два раза, а в Пухте - почти в полтора раза по сравнению с исследованиями, выполненными ранее и составила 58, 34 и 37 экз./100 м^2 соответственно. В р. Нелукса плотность снизилась по сравнению с данными прошлых лет, но находится на хорошем уровне – 77 экз./100 м^2. В р. Кумса возрастные группы представлены равным числом особей, а рр. Пяльма и Филиппа отмечены исключительно старшими возрастными группами (1+ и старше). В рр. Орзега и Нелукса сеголеток меньше чем пестряток, в остальных притоках сеголетки преобладают.

Плотность расселения отражает уровень естественного воспроизводства в реках. В настоящее время воспроизводство нельзя назвать стабильным для лосося и кумжи. В отдельных водотоках уровень воспроизводства лосося не вызывает опасения. Это - реки Суна, Кумса и Пяльма. В р. Суна плотности расселения самые высокие из обследованных рек, но численность стада мала и не влияет на запасы лосося в озере. Суна является хорошим примером того, как рекультивация и охрана НВУ может в короткие сроки увеличить уровень естественного воспроизводства до максимально возможного. Река Шуя, напротив, является основной нерестовой рекой онежского лосося и при этом имеет низкий уровень естественного воспроизводства. Причины общеизвестные - это неконтролируемый вылов лосося в реке в связи с недостаточной охраной. Такая же ситуация с воспроизводством в реках Лижма и Немина. Вышесказанное можно отнести и к кумже, населяющей малые водотоки бассейна, но есть свои особенности. Малые реки, населённые кумжей не имеют большого нерестового стада, протяженных путей и длительного временного периода миграции. Вероятно, такие особенности положительно сказываются на численности нерестовых стад малых рек в связи с нерегулярным промыслом рыбаков-любителей.

Исследование частично (50%) выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-17-00766).

Литература

Каталог озёр и рек Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. 290 с.

Красная книга Республики Карелия. Петрозаводск: Карелия, 2007. 368 с.

Литвиненко А.В., Филатов Н.Н., Лозовик П.А., Карпечко В.А. Региональная экология: эколого-экономические основы рационального использования водных ресурсов Карелии // Инженерная экология, 1998. № 6. С. 3-13.

Мартынов В.Г. Атлантический лосось (Salmo Salar L.) на Севере России. Екатеринбург: УрО РАН, 2007. С. 414.

Мартынов В.Г. Сбор и первичная обработка биологических материалов из промысловых уловов атлантического лосося (методические рекомендации). Сыктывкар. Коми НЦ УрО АН СССР, 1987. 36 с.

Маслов С.Е. Применение электроловов ранцевого типа в ихтиологических исследованиях на лососёвых реках // Тезисы докладов республиканской конференции. Петрозаводск, 1989. С. 22-28.

Обзор методов оценки продукции лососёвых рек. Архангельск. 2000. 48 с.

Рыжков Л.П, Костылев Ю.В. Состояние запасов лосося в бассейне онежского озера // Сборник научных трудов. Биологические основы рационального использования рыбных ресурсов онежского озера и повышения его рыбопродуктивности. Вып. 216. Л, 1984. С. 36-41.

Смирнов Ю.А. Лосось Онежского озера. Биология, воспроизводство, использование. Л.: Наука, 1971. 143 с.

Смирнов Ю.А. Пресноводный лосось (экология, воспроизводство, использование). Л.: Наука, 1979. 156 с.

Тыркин И.А., Лукина Ю.Н., Беличева Л.А. Состояние естественного воспроизводства кумжи в малых притоках Онежского озера (Нелукса, Орзега, Большая Уя) // Сб. тр. науч. конф. Современное состояние и методы изучения экосистем внутренних водоемов. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2015. С. 132-136.

Тыркин И.А., Щуров И.Л., Широков В.А., Гайда Р.В. Состояние искусственного и естественного воспроизводства пресноводного лосося Salmo Salar L. (Salmonidae, Salmoniformes) в притоках Онежского озера // Ученые записки Петрозаводского Государственного университета №8 (121), 2011. С. 19-23.

Тыркин И.А., Щуров И.Л., Широков В.А., Ивантер Д.Э., Шустов Ю.А. Лососинка: перспективы возрождения статуса лососевой реки // Ученые записки Петрозаводского Государственного университета №4 (117), 2011б. С. 26-30.

Швец П.Д. Водный баланс Онежского озера // Сборник работ Ленинградской гидрометеобсерватории. Л. Вып. II., 1977. С. 25-53.

Шустов Ю.А., Веселов А.Е. Современное состояние и пути сохранения озёрной кумжи (Salmo trutta m. Lacustris L.) в водоёмах Карелии // Лососевидные рыбы Восточной Фенноскандии, 2005. С. 198-210.

Шустов Ю.А., Щуров И.Л., Ивантер Д.Э., Тыркин И.А. Пресноводный лосось. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. 180 с.

Karlstrom O. Quantitative Methods in Electrical Fishings in Swedish Salmon Rivers // ZOOH. 1976. Vol. 4. P. 53-63.

ABSTRACT. The settlement density of salmon for all age groups ranged from 26 (riv. Shuya) to 180 (riv. Suna) ind. / 100 m2. The low number of juvenile salmon marked in the rivers Shuya and Nemina. Stable reproduction is carried out in the rivers Kumsa and Pyalma. The greatest number of trout settlement marked in the river Orzega (100 ind. / 100 m2), and the lowest is in the river Philippa and it consisits of 3 ind. / 100 m2. The settlement density of trout increased in comparison with the data of previous years, with the exception of riv. Neluksa where the number decreased. Stable reproduction is carried out in rivers Shoksha, Orzega, Bolshaya Uya.

СОВРЕМЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛЕЩА *ABRAMIS BRAMA* LINNAEUS, 1758 ВОЛЖСКО-КАСПИЙСКОГО БАССЕЙНА

Д.Р. Файзулина, В.П. Аксенов, Н.Н. Базелюк
ФГБНУ «КАСПНИРХ», Астрахань, d_faizulina@mail.ru

Исследование современного физиолого-биохимического состояния леща (Abramis brama) проводилось в 2013-2015 гг. и оценивалось по количественным характеристикам общих липидов (ОЛ) и водорастворимого белка (ВРБ) в тканях – мышцах, гонадах, печени. Высокая информативность показателей липидного и белкового обменов в качестве характеристики физиологического состояния организма рыбы показана исследованиями на многих видах рыб, в том числе и на примере карповых рыб, к которым и относится лещ (Никольский, 1971; Шульман, 1972; Комова, 2005).

Мышцы у карповых являются главным депо липидов в организме. По накоплению липидов в мышцах, гонадах и печени рыб можно судить об обеспеченности их пищей, прогнозировать снижение или увеличение плодовитости, эффективность нереста, а соответственно и величину пополнения популяции (Луц, Рогов и др., 1984). Так, при достаточном накоплении общих липидов в мышцах гораздо успешнее происходит миграция производителей к местам размножения и сам процесс нереста, а также процесс зимовки. Концентрацию белка рассматривают как показатель нормального течения пластического обмена, а так же белок является альтернативным источником энергии (Шульман, Аболмасова, 1993). Необходимое количество общих липидов и белка в тканях обеспечивает нормальное физиолого-биохимическое состояние организма рыбы в целом и выполнение главной функции - репродуктивной. Эти биохимические компоненты, запасенные в генеративной ткани, обеспечивают высокую жизнестойкость потомства, полноценно обеспеченного веществами для эндогенного питания на ранних стадиях онтогенеза, в печени – отсутствие отклонений в процессе синтеза важнейших биохимических компонентов липидного и белкового обменов организма рыбы.

Исследованные особи леща представлены преимущественно самками 3-4 лет в нерестовый период IV стадией зрелости гонад (СЗГ), в предзимовальный - особями III СЗГ.

Среднее количество общих липидов и водорастворимого белка в изученных тканях леща, исследованного в нерестовые периоды 2013-2015 гг., относительно постоянно, а в некоторых случаях наметилась положительная тенденция к их увеличению. У леща, исследованного весной 2015 г., по сравнению с 2013 и 2014 гг. средний уровень общих липидов в гонадах увеличился в 1,5 и 1,2 раза, в печени –

в 1,2 и 1,3 раза соответственно. Средняя концентрация водорастворимого белка у леща, исследованного весной 2015 г., в гонадах увеличилась в 1 раз, в печени – в 1,1 раза по сравнению с данными весны 2014 г. (табл. 1).

Таблица 1 - **Межгодовая динамика содержания общих липидов в тканях леща в нерестовый период, собранного в р. Волге (IV СЗГ) 2013-2015 гг.**

Год	Общие липиды, %			Водорастворимый белок, мг/г		
	мышцы	гонады	печень	мышцы	гонады	печень
2013	0,70	2,06	2,27	58,06	121, 00	127,69
2014	0,72	2,51	2,14	61,50	109,59	113,90
2015	0,70	3,10	2,72	59,75	115,00	120,18

Таким образом, современное исследование количественных характеристик общих липидов и водорастворимого белка в тканях леща показало, что его физиолого-биохимическое состояние стабильно. Это свидетельствует о том, что на нерест в р. Волгу заходят особи с определенным уровнем запасенных липидов и белка. Особи, характеризующиеся более низкими количественными характеристиками этих биохимических компонентов, возможно, могут иметь затруднения при совершении нерестовых миграций.

Так же было проведено современное исследование количественных характеристик общих липидов и водорастворимого белка в тканях леща в предзимовальные периоды 2013-2015 гг. Так же как и весной, осенью 2015 г. была выявлена тенденция к увеличению уровня изученных биохимических компонентов, после небольшого снижения в 2014 г. Так, количество общих липидов в мышцах, гонадах и печени леща осенью 2015 г. увеличилось в 1,5, 1,2, и 1,7 раз соответственно. Количество водорастворимого белка в тканях леща в период исследования 2013-2015 гг. оставалось стабильным (табл. 2).

Таблица 2 - **Межгодовая динамика содержания общих липидов в тканях леща в предзимовальный период, собранного в Северном Каспии (III СЗГ) 2013-2015 гг.**

Год	Общие липиды, %			Водорастворимый белок, мг/г		
	мышцы	гонады	печень	мышцы	гонады	печень
2013	0,67	2,50	2,93	53,82	149,77	108,22
2014	0,44	1,46	1,83	51,93	112,16	100,13
2015	0,66	1,74	2,31	53,37	110,72	118,51

Выявленная современная тенденция относительно стабильного физиолого-биохимического состояния леща может быть отмечена как положительная. Однако, гораздо более ранние исследования этих рыб (Казанчеев, 1981) выявляли еще более высокое содержание липидов в мышцах – от 1,5 до 7% (по Сокслету) в зависимости от сезона года, с увеличением к осени. По данным ВНИРО в 90-е годы у волжского

леща отмечали содержание липидов в мышцах до 5,4%, белка до 190 мг/г (Справочник ВНИРО …, 1999). В гонадах у леща Рыбинского водохранилища на III СЗГ отмечали до 3,94% жира и 73,32 мг/г белка (Комова, 2001), но здесь следует помнить о более холодном северном местообитании. В связи с тем, что лещ недобирает необходимого запаса ОЛ и ВРБ, можно предположить, что особи популяции леща Волжско-Каспийского бассейна испытывают некоторый негативный пресс среды обитания.

Для еще более объективной оценки современного физиологического состояния леща, собранного в р. Волге и Северном Каспии, было проведено сравнение с нормами исследованных биохимических показателей. Как было установлено ранее (Металлов, Аксенов и др., 2008), норма содержания общих липидов в мышцах потенциально готовых к нерестовым миграциям и нересту самок карповых (воблы и леща) - 0,8%, ВРБ – не менее 40 мг/г. Учитывая, что за зимовку рыба теряет до 30% запасенных энергетических субстратов (липидов и белков), норма содержания ОЛ в мышцах у воблы в предзимовальный период составляет – 0,54%, ВРБ – не менее 28 мг/г. Таким образом, современные исследования липидного и белкового обменов в мышцах леща в весенние и осенние периоды 2013-2015 гг. показали некоторые отклонения от нормы. Количество ОЛ было ниже нормы, ВРБ – на уровне нормы, или чуть выше (табл. 1, 2).

При индивидуальном анализе количественных характеристик общих липидов в мышцах леща в предзимовальные периоды 2013-2015 гг. регулярно выявлялись особи с критически низким уровнем этого биохимического компонента (менее 0,3%), такие рыбы, как правило, не способны участвовать в нересте и во время нерестового периода остаются в море (Металлов, Аксенов и др., 2008). В 2014 г. таких рыб было гораздо больше, чем в 2013 и 2015 гг., видимо условия нагула летом 2014 г. в местах сбора материала были более неудовлетворительными, что и привело к таким последствиям (табл. 3).

Таблица 3 – **Количество производителей леща с критически низким и низким уровнем общих липидов в мышцах воблы, собранных в предзимовальные периоды 2013-2015 гг.**

Общие липиды в мышцах, %	**Годы**		
	2013	**2014**	**2015**
0,30 – критический уровень	4	17	2
0,31-0,40 – низкий уровень	13	41	10

Таким образом, современное исследование физиолого-биохимического состояния леща Волжско-Каспийского бассейна показало стабильность количественных характеристик липидного и белкового обменов в изученных тканях. Продолжает сохраняться характерная для этих видов тенденция накопления и расходования резервных биохимических субстратов (липидов и белка) в течение годового цикла. Хотя в связи с некоторым негативным воздействием среды лещ не набирает того максимума резервных липидов и белков на который способны

особи этого вида. Не возможность их полноценного накопления обусловлена неблагоприятной экологической обстановкой (загрязнение токсикантами, в т.ч. продуктами нефтегазовой индустрии, снижение уровня кормовой базы) Северного Каспия, основного места нагула (Егоров, Рылина и др., 2005). Это связано с тем, что происходит приспособление организма к данным условиям среды, организм тратит энергию на выведение токсикантов, поиск пищи, а не на накопление.

Литература

Егоров С.Н., Рылина О.Н., Попова О.В., Карыгина Н.В., Чуйко Е.В., Теркулова А.А., Попова Э.С. Эколого-токсикологическое состояние водной среды низовьев р. Волги и Северного Каспия в 2004 году // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 2004 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХа, 2005. 616 с.

Казанчеев Е.Н. Рыбы Каспийского моря. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 168 с.

Комова Н.И. Динамика биохимического состава тканей леща Abramis brama (Cyprinidae) при созревании гонад // Вопросы ихтиологии. 2001. Т. 41. № 3. С. 408-415.

Комова Н.И. Внутривидовые особенности морфофункциональных и биохимических показателей фитофильных рыб Рыбинского водохранилища: автореф. дисс. … канд. биол. наук. Борок, 2005. С. 28.

Луц Г.И., Рогов С.Ф., Пряхин Ю.В. Некоторые закономерности колебаний численности пелагических рыб Азовского моря – тюльки, сельди и хамсы // Вопросы ихтиологии. 1984. Т. 24. Вып. 1. С. 3-10.

Металлов Г.Ф., Аксёнов В.П., Гераскин П.П. Способ оценки потенциально готовых к нерестовым миграциям самок воблы: патент № 2325801. М., 2008. С.1.

Никольский Г.В. Частная ихтиология: Учебник для биологических специальностей университетов. М.: Высшая школа, 1971. 417 с.

Справочник по химическому составу и технологическим свойствам рыб внутренних водоёмов / Под редакцией В.П. Быкова. М: ВНИРО, 1999. 207 с.

Шульман Г.Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. М: Изд-во «Пищевая промышленность», 1972. 368 с.

Шульман Г.Е., Аболмасова Г.И, Столбов А.Я. Использование белка в энергетическом обмене гидробионтов // Успехи современной биологии. 1993. Т. 113. Вып.5. С. 576-586.

ABSTRACT. The article presents the research of the physiological-biochemical state of a bream, inhabited at the Volga-Caspian basin. The work shows the dynamics of lipids and protein content in muscles, gonads and liver of bream depending on the periods of the yearly cycle – pre-spawning and before wintering. The article gives comparative analysis of the obtained data for the several last years (2013-1015) with the literature data of the past years about these parameters. It is revealed heterogeneity annual tendencies of the quantitative characteristics of the researched physiological-biochemical indicators in the tissues of the bream.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЧНОГО ОКУНЯ ВЫРАЩИВАЕМОГО В ИСКУССТВЕННЫХ И В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Ю.В. Федоровых, Нгуен Тхи Хонг Ван, Ю.М. Баканева, Б.В. Дорджиев
Астраханский государственный технический университет, Астрахань,
jaqua@yandex.ru

Изменения в системе крови являются ответной реакцией организма рыб на изменения внешних и внутренних факторов. Количественный и морфологический анализ крови позволяет выявить характерные свойства обмена веществ на разных стадиях развития и при разных условиях существования организма (Лукьяненко, 1971; Гольдин, 1975; Головина, 1996, Микряков и др., 2001). Таким образом, морфологический анализ крови является одним из вероятных и эффективных методов контроля за физиологическим состоянием организма (Иванова, 2002).

Для сравнения гематологических показателей окуней, выращиваемых в бассейне и обитающих в естественных водоемах, были использованы литературные данные (Савина, 2004; Семетина, 2010), а также был проведен сбор проб крови окуня из реки Прямая Болда (Астраханская область) (табл.1).

Концентрации гемоглобина окуней, обитающих как в естественных, так и в искусственных условиях были в пределах нормы. Однако у окуней, выращенных в искусственных условиях были меньшие концентрации гемоглобина (45,29±5,97 г/л) по сравнению с особями, выловленными в реке Прямая Болда (65,48±6,93 г/л). Различия достоверны (при $p<0,05$). Более низкая концентрация гемоглобина отражает менее благоприятные условия обитания для выращиваемых окуней. Концентрации гемоглобина окуней, обитающих во многих других водоемах, оказались значительно ниже: в Куршском заливе – 32,38±1,93 г/л; в Вислинском заливе – 42,65±198 г/л.

Таблица 1- **Сравнение гематологических показателей у окуней, выращиваемых в бассейне и естественных популяций**

Показатели	**УЗВ**	**Р. Прямая Болда**	**Куршский залив (Савина, 2004; Семетина, 2010)**	**Вислинский залив (Савина, 2004; Семетина, 2010)**	**Виштынецкий озеро (Савина, 2004; Семетина, 2010)**
Гемоглобин, г/л	45,29±5,97	65,48±6,93	32,38±1,93	42,65±198	49,8±2,35
Общий белок в сыворотке, г/л	43,59±1,34	38,60±2,03	43,83±1,43	-	29,38±4,62
СОЭ, мм/час.	3,14±0,27	2,79±0,35	-	-	-

У окуней Виштынецкого озера данный показатель составил 49,8±2,35 г/л, что выше, чем у выращиваемых в бассейне окуней (рис.1).

График показывает достоверные различия концентрации гемоглобина у окуней, выращиваемых в бассейне (УЗВ) и у окуней различных популяций. На графике видно, что концентрация гемоглобина была наиболее высокая у выловленных из реки Прямая Болда (Астрахань). Второе место среди посмотренных занимает УЗВ и Виштынецкое озеро (45,29±5,97 г/л и 49,8±2,35 г/л соответственно, различия недостоверны, $p>0,05$). Более высокая концентрация гемоглобина показывает благополучное состояние окуней реки Прямая Болда.

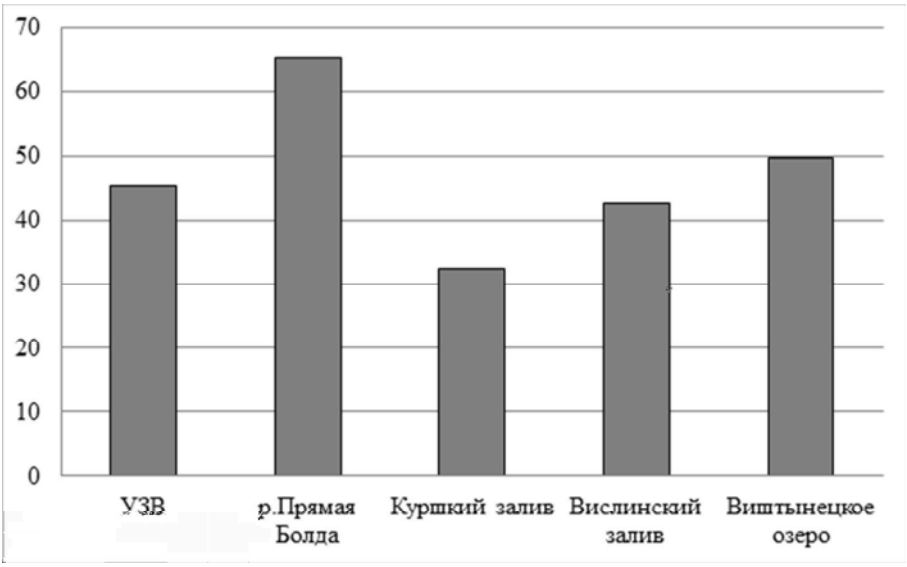


Рисунок 1 - **Достоверные различия концентрации гемоглобина у окуней, обитающих в различных условиях**

Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) у выращиваемых окуней была больше, чем у выловленных (3,14±0,27 мм/час и 2,79±0,35 мм/час, соответственно). Однако при этом достоверных различий выявлено не было. Необходимо отметить то, что у 20% выловленных окуней были обнаружены круглые черви. Именно у зараженных паразитами окуней наблюдалось снижение СОЭ до 1–1,5 мм/час. Существует достоверное различие (при $p<0,05$) между концентрациями общего белка в сыворотке крови у окуней, выращиваемых в бассейне (43,59±1,34 г/л) и у окуней, выловленных в р. Прямая Болда (38,60±2,03 г/л). Сравнивая с литературными данными, концентрация общего белка в сыворотке крови у окуней Кушского залива была 43,83±1,43 г/л, в Выштынецкого озера – 29,38±4,62 г/л (рис. 2).

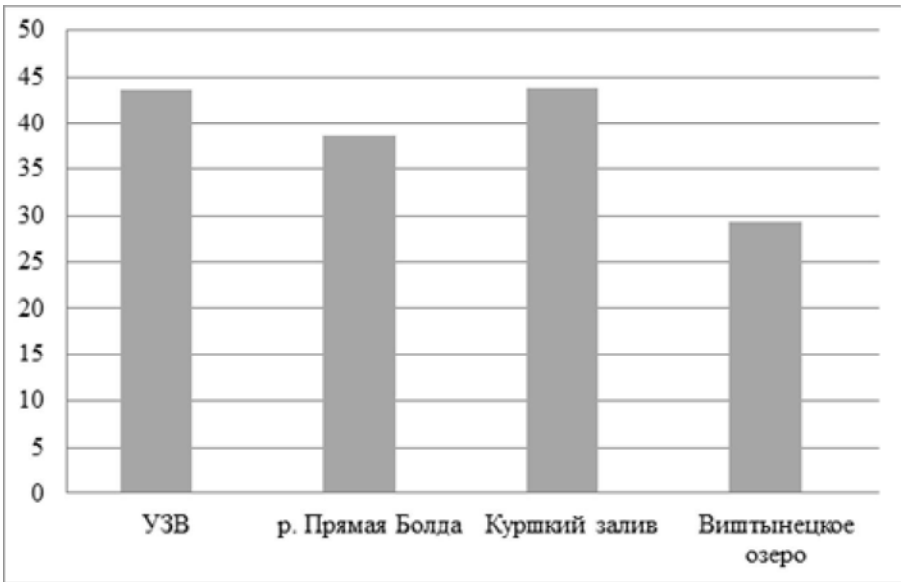


Рисунок 2 - **Различия концентрации общего белка в сыворотке крови у окуней, обитающих в различных условиях**

Наиболее высокая концентрация общего белка была у окуней, выращиваемых в бассейне (УЗВ) и в Куршском заливе (43,59±1,34 г/л и 43,83±1,43 г/л, соответственно; различия недостоверны). Повышение концентрации общего белка в сыворотке крови у выращиваемых окуней обусловлено постоянным обеспечением комбикормов, тем самым обеспечивает интенсивный обмен веществ в организме. Рассматривая эритроцитарную картину крови подопытных рыб, наблюдалось увеличение количества незрелых эритроцитов у выращиваемых окуней (до 21,7% против 13,2% у выловленных) (рис.3), что говорит об усилении эритропоэза. Как известно, усиление эритропоэза наблюдается при снижении содержания кислорода в воде, что подтверждается проведенными измерениями – в одинаковый период и температурах воды, содержание кислорода в воде в бассейне было ниже (5,6 мг/л), чем в реке (6,3 мг/л).

Лейкоцитарная формула крови рыб постоянно меняется в зависимости от среды обитания. Наибольшее число лейкоцитов в крови всех посмотренных окуней составляют лимфоциты: от 87,5% до 90,5%. Гранулоциты (нейтрофилы, зернистые клетки-предшественники) составили небольшую часть лейкоцитов. Функция лимфоцитов – защита организма, их количество повышается в летний период, при высоких температурах, при которых легко развивается различные заболевания. Повышение доли лимфоцитов в лейкоцитарной формуле можно считаться защитной реакцией организма в среде обитания.

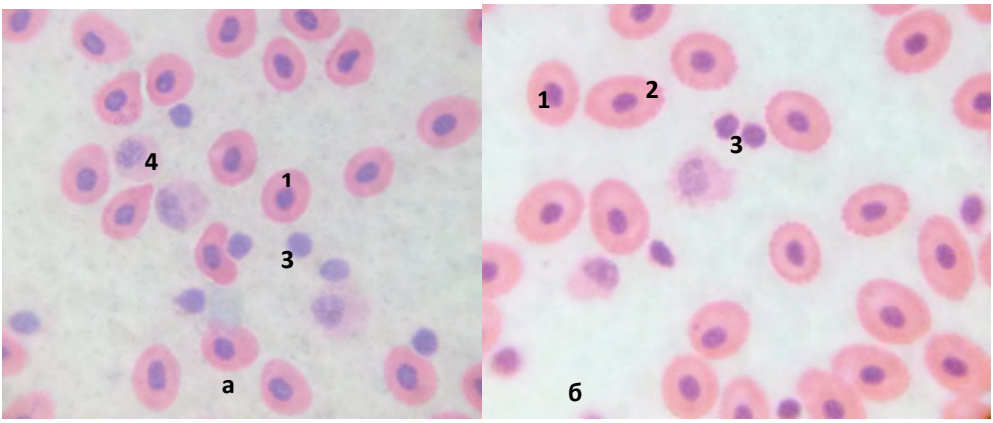


Рисунок 3 - **Мазки крови окуней**
а – мазок крови окуня, выращиваемого в бассейне; б - мазок крови окуня р. Прямая Болда. ОКх16, ОБх100. 1- незрелый эритроцит; 2- зрелый эритроцит; 3 – лимфоциты; 4 – моноцит.

Лейкоцитарная формула крови изученных окуней представлена в таблице 2.

Таблица 2 – **Лейкоцитарная формула крови окуней**

	Лимфоциты	**Моноциты**	**Нейтрофилы**	**Базофилы**	**Эозинофилы**
Окунь в УЗВ	87,5%	5,2%	0,5%	0%	0%
Окунь в реке	90,5%	3%	2,5%	0%	1%

Литература

Головина Н.А. Морфофункциональная характеристика крови рыб – объектов аквакультуры/ Н. А, Головина. – М.: Всерос. НИИ пруд. рыб. хоз-ва, 1996. – 53 с.

Гольдин В.М. Некоторые гематологические показатели рыб Камского водохранилища в связи с загрязнением промышленными стоками/ В. М. Гольдин. Уч. зап. Пермск. гос. ун-та. – 1975. – № 338. – С. 123-130.

Иванова Н.Т. Некоторые аспекты к основам ихтиогематологии/ Н. Т. Иванова. Ростов-на-Дону: РГПУ, 2002. - 54 с.

Лукьяненко В.И. Иммунобиология рыб/ В. И. Лукьяненко. – М. : Пищевая промышленность, 1971. – с. 364.

Микряков В.Р. Реакция иммунной системы рыб на загрязнение воды токсикантами и закисление воды/ В. Р. Микряков, Л. В. Балабанова, Е. А. Заботкина и др. – М.: Наука, 2001. – 126 с.

Савина Л.В. Использование гематологических показателей рыб для оценки новой кормовой добавки МИК БАК и экологического состояния естественных водоемов: дисс. канд. биол. Наук/ Савина Л. В. Калининград, 2004. – 189 с.

Сементина Е.В. Характеристика крови окуня озера Виштынецкого в весенний и летний периоды/ Е. В. Сементина, Г. Г. Серпунин. Известия КГТУ. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2010а. - № 17. – С. 104 – 110.

ABSTRACT. Evaluation of hematological parameters is one of the probable and effective methods of monitoring the physiological state of the organism. During the work revealed significant differences in hematological indices between individuals of perch from natural ponds and grown in artificial conditions. As a rule, farmed perch, the concentration of total protein in serum was higher than in perch from the river. High concentration of total protein in serum due to the constant feeding the fish in the pool.

БАЙКАЛЬСКАЯ АМФИПОДА *GMELINOIDES FASCIATUS* STEBBING, 1899 В КУБЕНСКОМ ОЗЕРЕ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

И.В. Филоненко, А.С. Комарова, К.Н. Ивичева
Вологодское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Вологда, igor_filonenko@mail.ru

Введение. Объектом нашего исследования была амфипода *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing). Относительно недавно этот представитель фауны оз. Байкал был искусственно интродуцирован в ряд водоемов Европейской России в качестве кормового объекта ихтиофауны. После вселения *G. fasciatus* в Горьковское водохранилище в 1960-е гг. он распространился вверх по р. Волге, достигнув к 1988 г. Рыбинского водохранилища (Скальская, 1994), а затем к 1994 г. и р. Шексны Вологодской области (Баканов, 2002). Вслед за вселением этой амфиподы в озера Карельского перешейка в 1980-х гг. бокоплав появился в акватории Ладожского озера, а в 2001 г. был обнаружен и в Онежском озере (Березина, 2003).

На территории Вологодской области на данный момент *G. fasciatus* является обычным в бентоценозах водоемов Волго-Балтийской водной системы (Филоненко, Ивичева, 2013). Предпочитая субстраты с крупным растительным детритом в литорали водоемов, он так же в значительном количестве обнаружен в перифитоне *Fontinalis antipyretica* (Ивичева, Филиппов, 2013). В тоже время, за пределами Волго-Балтийской водной системы *G. fasciatus* не встречался, включая оз. Лозско-Азацкое, куда его вселяли в 1973-1974 гг.

С Волго-Балтийской водной системой через Северо-Двинский канал (протяженность 127 км) связано оз. Кубенское. Это одно из основных рыбопромысловых озер Вологодской области, и гидробиологические наблюдения здесь проводятся круглогодично. В промысловых уловах до 2000 г. отмечалась жилая форма нельмы, а в данный момент предпринимаются попытки восстановления ее популяции. До недавнего времени *G. fasciatus* в оз. Кубенском не обнаруживался, тогда как сведения о находке амфиподы в вытекающей из этого озера р. Сухоне имеются (Чертопруд, 2006). В последние два года зафиксирован резкий рост количественных показателей *G. fasciatus* в оз. Кубенском. Натурализация амфиподы может заметно повлиять на кормовую базу этого водоема.

Материалы и методы. Озеро Кубенское относится к бассейну р. Северная Двина. Длина озера составляет 54 км, ширина - от 2,5 км до 13 км. При уровне в 109,4 м БС площадь озера достигает 400 км^2, а средняя глубина 2,5 м (Татаринова, 1977). Анализ космических снимков показал, что в период паводка максимальная площадь водной поверхности достигает 599 км^2 (Филоненко, Ивичева, 2014). В зависимости от водности года, амплитуда уровня воды в оз. Кубенском по сезонам достигала 5,1 м. В последние десять лет сезонная динамика колебания уровня воды в оз. Кубенское соответствует среднемноголетней

(Филоненко, Ивичева, 2014). Водная растительность развита в основном в устьях рек. По некоторым данным озеро зарастает на 30%, что составляет 120 км^2, из которых 70 км^2 представляют сильно разреженные группировки рдеста блестящего (Распопов, 1977).

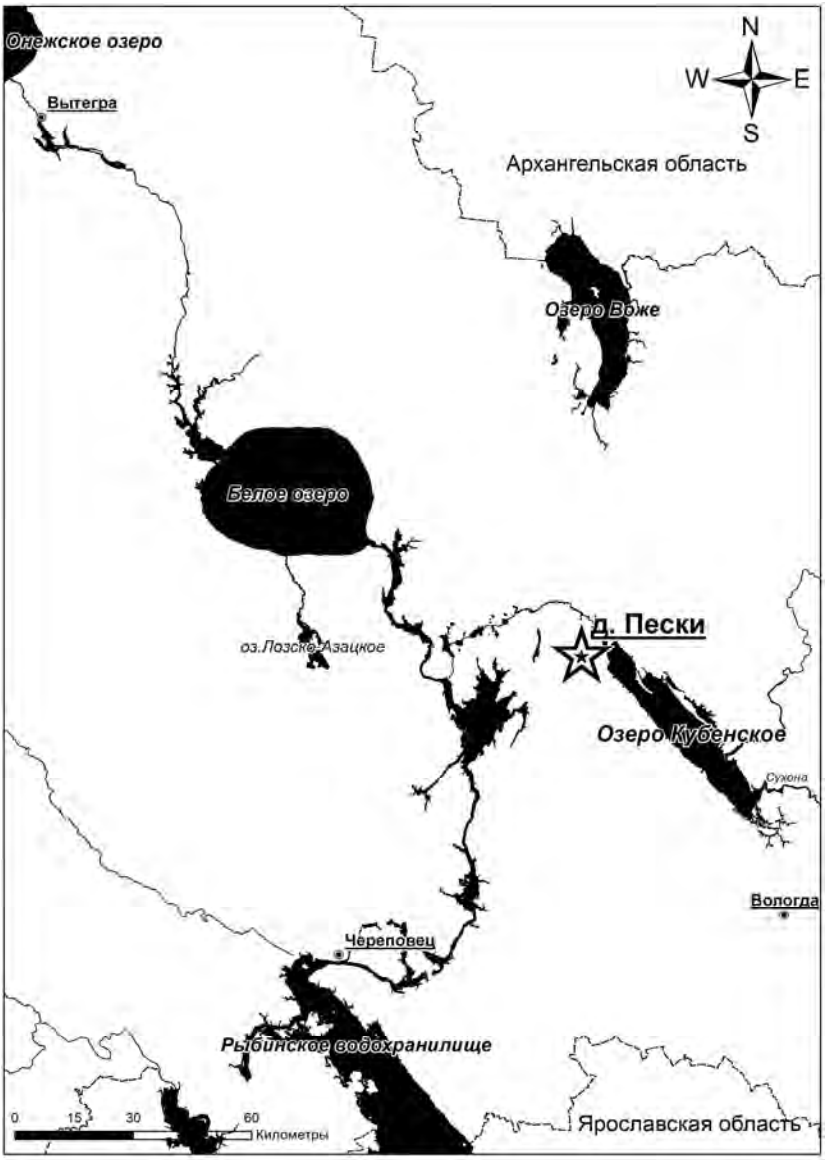


Рисунок 1 - **Место сбора зообентоса на Кубенском озере Вологодской области**

Материал для исследования получен во время сбора зообентоса на оз. Кубенском. В качестве основной информации использованы количественные характеристики бентосных сообществ постоянной гидробиологической станции в д. Пески (рис. 1). Пункт наблюдений находится в северо-западной части озера, которая наименее страдает от волновой активности, и позволяет одномоментно проводить исследования в разнотипных биотопах: на участке судового хода, в устьях рек (включая р. Порозовицу – часть Северо-Двинской системы), а также в обширной пойме. Наблюдения на трех постоянных станциях проводятся круглогодично. Раз в несколько лет летом проводится комплексная гидробиологическая съемка всего озера.

Пробы зообентоса отбирались штанговым дночерпателем ГР–91 с площадью захвата 0,0045 м^2. Материал собирался в литорали и глубоководной части, на песчаных и илистых субстратах, а также в основных группировках прибрежно-водной растительности. Грунт промывался через мельничный газ №33 и фиксировался 40%–ным формалином.

Результаты. По нашим данным с 2007 по 2015 гг. средняя численность донных организмов оз. Кубенского составила 3707 экз./м^2 (M=1035; S=3105), средняя биомасса 7,8 г/м^2 (M=1,3; S=3,9). В целом по озеру количественные показатели бентоса могут отличаться на порядок. Наибольшие количественные показатели зообентоса отмечаются в устьях крупных рек, наименьшие – на песках открытого мелководья. Ранее, в период 1972-1974 гг. для илов в летний период указывается численность бентоса от 2150 экз./м^2 до 3540 экз./ м^2 и биомасса от 5,9 до 12,8 г/м^2, а на песчаных участках от 1000 экз./м^2 до 3000 экз./м^2 и 0,7 г/м^2 до 1,6 г/м^2, соответственно (Слепухина, 1977).

За последние три года численность бентосных организмов на станции в д. Пески составила 2500 экз./м^2. Величина биомассы в этот же период была 12,5 г/м^2. Наиболее высокие количественные характеристики наблюдались на илах литоральной части. Максимальные показатели здесь составляли 5000 экз./м^2 и 35 г/м^2. Илы глубоководной части имели показатели значительно более низкие. Обычно здесь встречались только личинки хирономид, при подавляющем доминировании представителей крупных видов рода *Chironomus*. За счет последних формируется 80% биомассы зообентоса в этой зоне озера.

На песчаных субстратах, представленных в основном в зоне открытого мелководья, показатели бентосных организмов всегда крайне низкие. На песках без растительности в районе д. Пески численность бентоса составляет 1200 экз./м^2, биомасса – 1,2 г/м^2. В зарослях горца земноводного и рдеста блестящего показатели несколько выше. Заросли данных растений в открытой части почти всегда разрежены, приурочены к плотным грунтам и часто после снижения уровня воды во второй половине лета обсыхают. Низкая численность бентосных организмов также в зарослях тростника, небольшие группировки которого оказываются без воды в первую очередь. Средние показатели численности и биомассы зообентоса здесь составляют 820 экз./м^2 и 0,2 г/м^2, соответственно. Тем не менее, при

невысоких количественных показателях бентосных организмов на песчаных субстратах среди растительности наблюдается наибольшее разнообразие. Кроме доминирующих здесь хирономид обычны личинки поденок, моллюски, ручейники и гидрокарины.

До недавнего времени нам *G. fasciatus* в пробах на оз. Кубенском не встречался. Впервые амфипода обнаружена в июне - начале июля 2014 г. при сборах бентоса в зоне прибоя на каменисто-песчаных субстратах (рис. 2). Количественные показатели *G. fasciatus* тогда составили 101 экз./м^2 и 0,19 г/м^2. В пробах из других биотопов бокоплав отсутствовал. В последующий осенний период *G. fasciatus* в сборах гидробиологических проб не встречался. Несколько экземпляров амфиподы обнаружено в начале декабря при отборе проб из подо льда (74 экз./м^2 и 0,02 г/м^2).

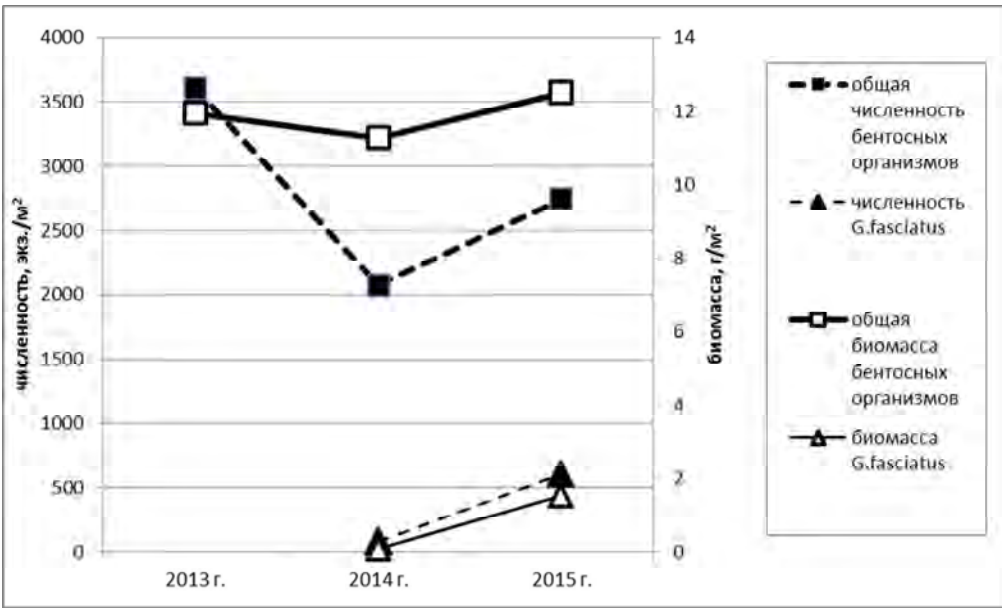


Рисунок 2 - **Средние количественные показатели зообентоса на гидробиологической станции у д. Пески в оз. Кубенском Вологодской области**

В первой половине лета 2015 г. *G. fasciatus* так же не находили. В августе бокоплав отмечен в небольшом количестве в пробах зообентоса, собранных на мелководье среди растительности (778 экз./м^2 и 0,58 г/м^2). Осенью его наличие зафиксировано во всех исследованных биотопах, при этом количество значительно выросло. В среднем, до установления ледового покрова, численность *G. fasciatus* составила 1420 экз./м^2, а биомасса – 6,48 г/м^2.

В период подъема численности в 2015 г. наиболее предпочитаемыми биотопами *G. fasciatus* оказались заиленные грунты и заросли растительности

мелководной зоны оз. Кубенского (рис. 3). Наиболее высокие показатели численности *G. fasciatus* обнаружены на песках среди горца земноводного – 1481,5 экз./м^2, при биомассе 1,15 г/м^2. Наиболее крупные особи амфиподы наблюдались на илах, где биомасса составила 2,58 г/м^2, при численности 588,36 экз./м^2. В небольшом количестве *G. fasciatus* встречался так же на чистых песках открытого мелководья с показателями 296,3 экз./м^2 и 0,22 г/м^2. В смывах, собранных с камней по урезу воды, находок амфиподы не было.

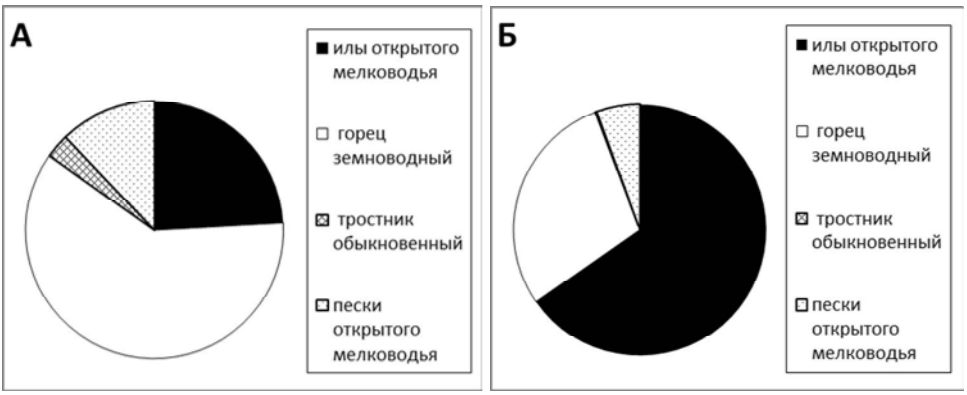


Рисунок 3. – **Доля *G. fasciatus* по численности (А) и биомассе (Б) в различных местообитаниях на литорали оз. Кубенского в районе д. Пески Вологодской области**

Обсуждение. До последнего времени специальных исследований по поиску *G. fasciatus* в водоемах Вологодской области мы не проводили. После информации о находках амфиподы в Рыбинском водохранилище и в Онежском озере расселение ее по системе Волго-Балтийского канала было вполне ожидаемым процессом. Вслед за этим, *G. fasciatus* стал обнаруживаться практически во всех биотопах, где мы систематически отбирали пробы во время исследований по оценке кормовой базы водоемов области. Кроме прибрежных биотопов в Волго-Балтийской водной системе *G. fasciatus* стал встречаться также в пробах с фарватера с глубинами более 10 м.

Активно расселяясь по р. Шексна, в Белом озере и каскаду Вытегорских водохранилищ, *G. fasciatus* в Северо-Двинской водной системе обнаружен был только в оз. Сиверском. Это озеро наиболее близко расположено к Шекснинскому водохранилищу из всех прочих в системе канала. Все водоемы Северо-Двинской водной системы мы исследовали летом 2010 г. и *G. fasciatus* был обнаружен только на юго-западном берегу оз. Сиверского. Ни в последующих каналах, ни в озерах, включая замыкающее Северо-Двинскую водную систему оз. Кубенское, *G. fasciatus* тогда обнаружен не был. Так же эта амфипода не была нами найдена при тщательных поисках и в оз. Лозско-Азацком, куда была интродуцирована 1973-1974 гг. Все это, несмотря на сообщение о находке *G. fasciatus* в р. Сухоне, не давало уверенности в расселении бокоплава в оз. Кубенском.

На территории области наиболее высокая численность *G. fasciatus* наблюдается на каменистых субстратах или среди крупного растительного детрита. Последний биотоп в изобилии представлен в Шекснинском водохранилище на территории, затопленной при его образовании, и отсутствует в оз. Кубенском. На каменистых участках побережья этого озера галька и валуны глубоко погружены в песок и *G. fasciatus* под камнями не встречается, как это обычно бывает на оз. Белом. В оз. Кубенском амфипода освоила биотоп с несколько иными условиями существования, нежели в системе Волго-Балтийского канала. Наиболее благоприятными субстратами здесь стали илы мелководной зоны с умеренным волновым воздействием. Биотопы со сходными условиями существования формируются как во многих притоках озера, так и в вытекающей из него р. Сухоне.

Заключение. В последние годы в оз. Кубенском мы наблюдаем значительный рост количественных показателей *G. fasciatus*. Вероятно, на территории Вологодской области появился еще один водоем, в котором произошла успешная натурализация этой амфиподы. Дальнейшее увеличение численности *G. fasciatus* в озере может заметно улучшить кормовую базу рыб. Вслед за расселением по оз. Кубенскому вполне возможно увеличение численности бокоплава и в р. Сухоне.

Литература

Баканов А.И. Таксономический состав и обилие бентоса Шекснинского водохранилища в конце XX века // Биология внутренних вод. 2002. № 1. С. 66-75.

Березина Н.А., Панов В.Е. Вселение байкальской амфиподы Gmelinoides fasciatus (Amphipoda, Crustacea) в Онежское озеро // Зоол. журн. 2003. Т. 82, № 6. С. 731-734.

Ивичева К.Н., Филиппов Д.А. О макрозоофитосе сообществ Fontinalis antipyretica водоемов и водотоков Вологодской области // Ярославский педагогический вестник. Том III. № 4. 2013. С. 166-170.

Распопов И.М. Высшая водная растительность оз. Кубенское // Озеро Кубенское. Часть 2. Гидрохимия, донные отложения, растительные сообщества. Л., "Наука", 1977. С. 68-88

Скальская И.В. Расселение байкальского бокоплава *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing) в Рыбинском водохранилище // Биология внутренних вод. №96, 1994. С. 35-40.

Слепухина Т.Д. Зообентос и фитофильная фауна оз. Кубенского // Озеро Кубенское. Л., 1977. Ч. 3. Гидрология. С. 51–79.

Татаринова Т.А. Уровенный режим // Озеро Кубенское. Л., 1977а. Ч. 1. Гидрология. С. 104–117.

Филоненко И.В., Ивичева К.Н. Распространение Gmelinoides fasciatus (Stebb.) в Шекснинском водохранилище // тез. докл. IV международного симпозиума "Чужеродные виды в Голарктике. Борок-4", 22-28 сентября, 2013 г., Борок, 2013. С. 55

Филоненко И.В., Ивичева К.Н. Динамика изменения площади потенциальных нерестилищ озера Кубенского // Рыбохозяйственные водоемы России: фундаментальные и прикладные исследования. Материалы международной научной конференции, посвященной 100-летию ГосНИОРХ. СПб.: «ООО «Процвет», 2014. С. 767-772

Чертопруд М.В. Фауна бокоплавов (Crustacea, Amphipoda) Московской области // Биология внутренних вод. 2006. № 4. С. 17-21.

ABSTRACT. *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing) – representative of the fauna of Lake Baikal, artificially introduced into reservoirs of the European part of Russia. In Lake Kubenskoye of the Vologda region observed the increase of quantitative indicators G. fasciatus. Probably in this lake there was a successful naturalization of amphipod. The increase in the number of G. fasciatus can significantly improve the feeding base of fish in this lake. After settling on Lake Kubenskoye possible to increase the number of amphipod in the Suhona river.

ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАСТРУКТУРЫ МЕЗОНЕФРОСА ПОКАТНОЙ МОЛОДИ БАЛТИЙСКОГО ЛОСОСЯ *SALMO SALAR* LINNAEUS, 1758 И КУМЖИ *SALMO TRUTTA* LINNAEUS, 1758 РЕКИ ЛУГИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Флёрова[1], Д.С. Сендек[2]

[1]ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, Ярославль, katarinum@mail.ru

[2]Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга (ГосНИОРХ), Санкт-Петербург

По оценкам Рабочей группы по балтийскому лососю и кумже Международного Совета по исследованию моря (WGBAST ICES) естественное воспроизводство популяций балтийского лосося находится на относительно высоком уровне. В настоящее время численность дикой молоди лосося составляет 2,8–2,9 млн особей и оценивается приблизительно в 80% от максимально возможной численности. Однако выживаемость молоди, совершившей покатную миграцию, снижается в течение последних 15 лет и остаётся на очень низком уровне с 2005 г., что отрицательно отражается на восстановлении естественных запасов дикого лосося. Численность лосося Финского залива свидетельствует о некотором восстановлении популяций, но в целом остаётся низкой. В России единственная популяция балтийского лосося, имеющая естественное происхождение, обитает в реке Луга Ленинградской области. Эта популяция частично поддерживается заводским разведением. Река Луга также является крупнейшей из 40 рек, в которых обнаружены дикие популяции кумжи Финского залива (Report of the Baltic Salmon…, 2012).

Термин "смолтификация" объединяет широкий круг явлений этолого-физиолого-биохимической перестройки организма лососевых рыб, предшествующей и сопутствующей миграции из реки в море. Принято считать, что изменения функциональных систем организма, начинаясь в предмиграционный период под воздействием комплекса внешних циклически изменяющихся факторов, продолжаются при миграции молоди вниз по реке и завершаются у преобладающего числа особей ко времени выхода из устья реки. Несмотря на обилие гистологических работ, посвященных вопросам смолтификации лососевых, преобладающее их число ограничивалось изучением функциональных перестроек происходящих в жаберном аппарате (Лебская, 1988). К сожалению, работы, посвященные изучению особенностей структуры клеток, образующих ткани почек лососевых в период миграции до сих пор фрагментарны. Без детального изучения ультраструктуры клеток невозможно построить общую модель функционирования почек лососевых в различные периоды онтогенеза. Поэтому целью настоящего исследования явилось изучение структуры почек покатной молоди балтийского лосося и кумжи, обитающих в р. Луга.

Отлов балтийского лосося (*Salmo salar*) и кумжи (*Salmo trutta*) вели на р. Луга (рис. 1) в рамках исследований лаборатории мониторинга популяций лососевых рыб ФГБНУ «ГосНИОРХ» по учёту покатной молоди 29–30 мая 2011 г. В работе использованы смолты естественного происхождения: 16 особей балтийского лосося и 4 особи кумжи. Рыбу механически обездвиживали, измеряли её длину и массу. Туловищные почки иссекали, фиксировали и затем исследовали по стандартной для электронной микроскопии методике.

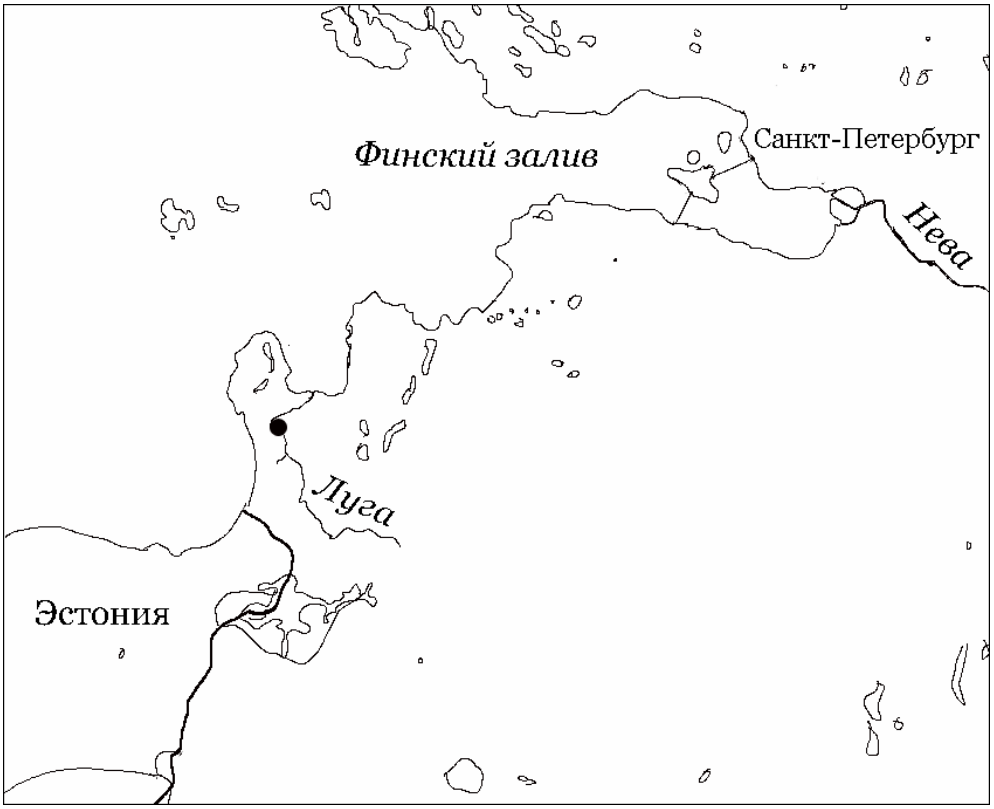


Рисунок 1 – **Карта-схема района отбора проб. Точкой обозначено место нахождения ловушки для учёта покатной молоди на р. Луга**

Результаты исследования показали, что характерной чертой лимфоцитов, исследованных видов является крупное округлое ядро, которое занимает почти весь объем клетки. Гетерохроматин глыбчатый располагается как вдоль ядерной мембраны, так и диффузно по площади ядра. Узкий ободок цитоплазмы содержит в среднем 4 митохондрии, большое количество свободных рибосом и отдельные цистерны шероховатого эндоплазматического ретикулума. Размеры лимфоцитов

ближе к таковым морских костистых рыб по сравнению с пресноводными (таблица 1, 2) (Флёрова, 2012).

Плазматические клетки, как правило, овальной формы, содержат эксцентрично расположенное округлое ядро. Гетерохроматин располагается вдоль ядерной мембраны между ядерными порами, а также сконцентрирован в центре ядра. Цитоплазма содержит широкие цистерны хорошо развитого шероховатого эндоплазматического ретикулума, свободные рибосомы, в среднем 7 митохондрий, электронно-плотные лизосомы. Плазматические клетки лосося и кумжи крупнее клеток большинства пресноводных рыб (таблица 1,2) (Флёрова, 2012).

Макрофаги. Ядро у макрофагов расположено эксцентрично, гетерохроматина мало, в основном он располагается на периферии ядра. Цитоплазма содержит фагосомы, которые занимают практически весь объем клетки. Основная масса фагосом – это крупные электронно-плотные включения. Помимо фагосом цитоплазма макрофагов содержит митохондрии, короткие каналы шероховатого эндоплазматического ретикулума, свободные рибосомы, лизосомы и мелкие светлые везикулы (таблица 1,2) (Флёрова, 2012).

Нейтрофилы исследованных видов имеют округлую форму с ацентрично расположенным ядром. Форма ядра варьирует от бобовидной до сегментовидной. Глыбчатый гетерохроматин в большей степени обнаруживается вдоль ядерной мембраны. Кроме того, цитоплазма этих клеток содержит митохондрии, канальцы шероховатого и гладкого эндоплазматического ретикулумов, иногда – фагосомы и мелкие светлые везикулы. Характерным признаком нейтрофилов являются специфические гранулы, заполняющие цитоплазму. Особенностью в строении данных гранул у лосося и кумжи является наличие электронно-плотных тонких полос (фибрилл), расположенных вдоль гранулы. В цитоплазме нейтрофилов кумжи обнаружены гранулы с более светлой центральной частью и темными фибриллярными краями. В нейтрофилах лосося выявлены два типа гранул. У гранул первого типа фибриллы равномерно распределены по всей длине. Гранулы второго типа аналогичны таковым кумжи. Клетки этого типа крупнее нейтрофилов лососеобразных, обитающих в пресных водах. Среднее значение длины гранул нейтрофилов и их количество аналогично этим показателям пресноводных лососеобразных (таблица 1,2) (Флёрова, Балабанова, 2013).

Характерным признаком эозинофильных лейкоцитов также является наличие специфических гранул, заполняющих цитоплазму. В цитоплазме эозинофилов исследованных видов содержатся округлые электронно-плотные гранулы гомогенной структуры (таблица 1,2). Следует отметить, что количество гранул в эозинофилах лосося и кумжи больше по сравнению с ранее исследованными лососеобразными. Эозинофилы, так же как и нейтрофилы крупнее по сравнению с этим типом клеток ранее исследованных лососеобразных (таблица 1,2) (Флёрова, Балабанова, 2013).

Таблица 1 - **Морфометрические показатели лейкоцитов *Salmo salar* (мкм)**

Тип структуры	Тип клеток				
	Лимфоцит	**Плазматическая клетка**	**Макрофаг**	**Нейтрофил**	**Эозинофил**
клетка	5,82±0,42x 4,68±0,38	10,41±1,18x 7,62±1,21	11,33±1,88x 8,63±1,58	9,77±0,15x 7,42±0,74	11,24±1,47x 6,94±0,50
ядро	4,81±0,29x 4,07±0,06	6,18±0,77x 4,23±0,69	4,75±0,65x 3,57±0,36	6,00±1,38x 2,98±0,66	6,27±0,90x 3,07±0,60
размер фагосом	–	–	2,57±0,43x 1,91±0,31	–	–
количество фагосом	–	–	5,20±0,65	–	–
размер гранул	–	–	–	0,37±0,04x 0,27±0,04	0,55±0,01x 0,40±0,01
количество гранул	–	–	–	5,25±0,99	86,00±10,47

Таблица 2 - **Морфометрические показатели лейкоцитов *Salmo trutta* (мкм)**

Тип структуры	Тип клеток				
	Лимфоцит	**Плазматическая клетка**	**Макрофаг**	**Нейтрофил**	**Эозинофил**
клетка	7,08±1,47x 5,34±0,86	8,82±0,02x 8,45±0,16	14,19±2,04x 11,16±1,12	9,65±0,59x 7,56±0,56	10,81±0,76x 7,47±1,15
ядро	4,81±0,75x 4,34±0,86	5,10±0,28x 4,61±0,43	6,17±1,28x 3,16±0,68	3,63±0,25x 1,47±0,15	4,66±0,79x 3,17±0,41
размер фагосом	–	–	3,74±0,46x 2,70±0,38	–	–
количество фагосом	–	–	19,00±4,24	–	–
размер гранул	–	–	–	0,39±0,02x 0,30±0,02	0,59±0,01x 0,42±0,01
количество гранул	–	–	–	15,00±3,68	117±25,24

Почечное тельце. Началом нефрона является почечное тельце, которое состоит из боуменовой капсулы и клубочка капилляров. У исследованных видов почечное тельце построено по единому принципу. Боуменова капсула состоит из двух слоев: наружного и внутреннего. Между слоями имеется полость (3,28±0,58 мкм у лосося и 5,89±0,65 мкм у кумжи), куда из просвета кровеносных капилляров поступает клубочковый фильтрат. Наружный слой капсулы образован однослойным плоским эпителием, расположенным на базальной мембране. Эпителиоциты, образующие плоский эпителий, вытянутые, с центрально расположенным ядром. Гетерохроматин располагается как вдоль ядерной мембраны, так и диффузно по площади ядра. Цитоплазма клеток зернистая, содержит митохондрии, каналы ретикулума, иногда встречаются везикулы. Внутренний слой образован подоцитами, которые располагаются на наружной поверхности капилляров клубочка. Толщина

базальной мембраны внутреннего слоя капсулы лосося составляет 0,13±0,01 мкм, кумжи – 0,15 ±0,01 мкм.

Эпителиоциты проксимального отдела канальца. Все эпителиоциты построены по плану, характерному для клеток этого участка нефрона. От клеток дистального участка канальца их отличает наличие щеточной каемки, высота которой наибольшая в начальном участке и постепенно уменьшается к его концу. Следует отметить, что все типы эпителиоцитов расположены на базальной мембране и объединены в единую тканевую систему с помощью межклеточных контактов. Анализ ультраструктуры клеток, выстилающих этот участок канальца, показал, что эпителиоциты можно разделить на 2 типа.

Эпителиоциты I типа образуют начало проксимального канальца, клетки этого типа наибольшие среди клеток проксимального канальца (таблица 3,4). Это вытянутые, пирамидальной формы клетки, плотно прилегающие друг к другу, ядра округлой формы, расположены в базальной части клеток. Зернистая цитоплазма содержит большое количество митохондрий (таблица 3,4). От базальной части вдоль клеток тянутся многочисленные складки плазматической мембраны, которые, затем переходят в систему канальцев гладкого эндоплазматического ретикулума. Такие складки характерны для всех типов эпителиоцитов всех отделов канальца. Переплетений мембраны, характерных для эпителиоцитов морских рыб обнаружено не было (Флёрова, 2012). Имеются лизосомы и крупные электронно-плотные секреторные гранулы, характерные для этого участка нефрона (таблица 3,4). В апикальной части клеток на границе со щеточной каемкой расположена хорошо развитая зона эндоцитоза (таблица 3,4). Данная зона характеризуется наличием тубуло-везикулярной системы. Щеточная каемка наиболее высокая для этого типа эпителиоцитов (таблица 3,4). Она состоит из большого числа микроворсинок, обращенных в просвет канальца. Кроме того, встречаются одиночные клетки, щеточная каемка которых образована ресничками (таблица 3,4). Структура реснитчатых эпителиоцитов, несколько отличается от таковой эпителиоцитов I типа, несущими на апикальной поверхности микроворсинки. Цитоплазма реснитчатых клеток более светлая, по сравнению с эпителиоцитами I типа. Зона эндоцитоза развита очень слабо, встречаются лишь одиночные тубулы, везикулы практически отсутсвуют, в апикальной части клеток обнаруживаются крупные митохондрии, расположенные ниже базальных телец ресничек. Следует отметить, что такие показатели как длина зоны эндоцитоза, щеточной каемки и диаметр микроворсинок ближе к пресноводным костистых рыбам (Флёрова, 2012)

Эпителиоциты II типа – это клетки, которые по плану строения схожи с клетками I типа, но меньше таковых по высоте (таблица 3,4). Ядра эпителиоцитов II типа, как и в клетках I типа, округлой формы, расположены в базальной части клеток. Гетерохроматина мало, большая часть его расположена вдоль ядерной мембраны, между ядерными порами. Цитоплазма менее зернистая, содержит большое количество митохондрий, которые в базальной части клетки расположены вдоль продольной оси клеток. Митохондрии в этой части клеток – это крупные

вытянутые органоиды. В апикальной части клеток митохондрии лежат менее упорядочено и представляют собой округлые, меньших размеров органеллы (таблица 3,4). Характерным признаком эпителиоцитов II типа является отсутствие в цитоплазме секреторных гранул. Зона эндоцитоза развита слабее по сравнению с клетками I типа (таблица 3,4), хотя четко просматривается наличие тубуло-везикулярной системы. Щеточная каемка менее высокая по сравнению с клетками I типа (таблица 3,4), тем не менее, в ее состав входят как реснички, являющиеся образованием реснитчатых эпителиоцитов, так и микроворсинки (таблица 3,4).

Эпителиоциты дистального отдела канальца формируют высокие и очень широкие у основания клетки (таблица 3,4). Ядра большинства клеток занимают центральное положение, иногда смещены к базальной части. Гетерохроматин сконцентрирован как на периферии ядра между ядерными порами, так и диффузно по всей поверхности. Для цитоплазмы лосося и кумжи характерно наличие свободных рибосом, складчатость плазматической мембраны, ретикулума, большого количества крупных вытянутых митохондрий, расположенных по всей длине строго вдоль продольной оси клетки (таблица 3,4). Зона эндоцитоза отсутствует. Апикальная часть клеток образует лопастевидные цитоплазматические выросты, обращенные в просвет канальца. Следует отметить, что количество митохондрий в клетках дистального отдела канальцев превосходят этот показатель не только ранее исследованных пресноводных костистых рыб, но и некоторых видов, обитающих в Черном море (Флёрова, 2012).

Таблица 3 - **Морфометрические показатели структур нефрона *Salmo salar* (мкм)**

Тип структуры	**Отдел канальца**			
	Эпителиоциты 1 типа проксимального отдела канальца	**Эпителиоциты 2 типа проксимального отдела канальца**		**Эпителиоциты дистального отдела канальца**
клетка	13,99±0,81x 8,68±1,02	13,99±0,81x 8,68±1,02		17,14±0,55x 8,19±0,87
ядро	6,07±0,59x 5,54±0,68	6,30±0,80x 5,67±0,99		6,75±0,53x 3,51±0,46
митохондрии	0,87±0,09x 0,33±0,03	БЧК	1,80±0,14x 0,40±0,03	1,18±0,20x 0,39±0,04
		АЧК	0,70±0,07x 0,30±0,02	0,45±0,03x 0,29±0,02
количество	35,83±2,20	49,00±8,15		62,25±2,84
секреторные гранулы	1,61±0,18x 0,95±0,11	–		–
количество	8,83±1,28	–		–
зона эндоцитоза	2,98±0,17	1,38±0,14		–
щеточная каемка	3,65±0,12	2,21±0,33		–
реснички	0,21±0,00	0,22±0,00		–
микроворсинки	0,10±0,01	0,15±0,00		–

Примечание: БЧК – базальная часть клетки, АЧК – апикальная часть клетки

Таблица 4 - **Морфометрические показатели структур нефрона *Salmo trutta* (мкм)**

Тип структуры	**Отдел канальца**			
	Эпителиоциты 1 типа проксимального отдела канальца	**Эпителиоциты 2 типа проксимального отдела канальца**		**Эпителиоциты дистального отдела канальца**
клетка	14,04±0,86x 7,98±0,70	11,89±1,19x 10,41±1,50		18,46±0,69x 13,64±0,51
ядро	5,01±0,35x 3,51±0,38	6,51±0,85 5,43±0,49		6,20±0,36x 4,79±0,26
митохондрии	0,94±0,14x 0,45±0,15	БЧК	1,12±0,09x 0,18±0,01	1,62±0,15x 0,38±0,02
		АЧК	0,54±0,03x 0,19±0,02	0,59±0,03x 0,39±0,03
количество	35,50±4,00	72,33±13,16		80,00±10,49
секреторные гранулы	1,73±0,16x 1,16±0,15	–		–
количество	11±1,95	–		–
зона эндоцитоза	3,51±0,38	2,75±0,19		–
щеточная каемка	2,48±0,20	2,02±0,27		–
реснички	0,20±0,01	0,19±0,00		–
микроворсинки	0,11±0,00	0,16±0,01		–

Примечание: БЧК – базальная часть клетки, АЧК – апикальная часть клетки

Проведенный цитологический анализ мезонефроса лосося и кумжи, находящихся на стадии смолтификации, показал, что почки исследованных видов имеют единый план строения с ранее исследованными пресноводными костистыми рыбами. Вместе с тем, анализ полученных результатов однозначно свидетельствует об особенностях структуры тканей и клеток мезонефроса молоди балтийского лосося и кумжи, обитающих в р. Луга, находящихся на стадии смолтификации. Тем не менее, для определения степени зависимости описанных структурных особенностей от видовых особенностей и стадии онтогенеза видов, а также построения общей модели структурных изменений, происходящих в почках лососевых, в различные периоды онтогенеза необходимо проведение дополнительных исследований.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 16-04-00650 А "Морфофункциональная организация мезонефроса лососеобразных"

Литература

Лебская Т.К. Способ определения стадии смолтификации у молоди лососевых рыб. Патент SU 1376996. 1988.

Флёрова Е.А. Клеточная организация почек костистых рыб (на примере отрядов Cypriniformes и Perciformes): ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА», 2012. 140 с.

Флёрова Е.А., Балабанова Л.В. Ультраструктура гранулоцитов костистых рыб (отр. Salmoniformes, Cypriniformes, Perciformes) // Журн. эвол. биохим. и физиол. 2013. Т. 49, № 2. С. 162–171.

Report of the Baltic Salmon and Trout Assessment Working Group (WGBAST) [Text] / Uppsala, 2012. – 347 p.

ABSTRACT. The ultrastructure of mesonephros of juvenile salmon and brown trout river Luga. General organization mesonephros scheme was shown. The features of the structure of the nephron cells and leukocytes, salmon are on smoltification stage.

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОНАД У САМОК НЕКОТОРЫХ ИНВАЗИВНЫХ ВИДОВ РЫБ В КУЧУРГАНСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ-ОХЛАДИТЕЛЕ МОЛДАВСКОЙ ГРЭС

Н.И. Фулга, И.К. Тодераш, Дм.К.Булат, Ден.К.Булат
Институт зоологии Академии наук Молдовы
fulganina@yahoo.com; iontoderas@yahoo.com

Солнечный окунь *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758) относится к семейству Центрарховые и происходит из Северной Америки, верхнее течение реки Миссисипи. Впервые в Европу солнечный окунь попал в начале 80-х годов XIX века, в основном, как декоративная рыбка для аквариумных энтузиастов.

В Кучурганском водохранилище-охладителе, солнечный окунь стал абсолютным доминантам. Чрезмерное количество особей, данного вида, вызвало огромный урон аборигенным видам рыб, таким как: окунь, красноперка, плотва, лещ, линь, ерш, щука и др., что значительно снизило выживаемость их потомства, скорость индивидуального роста и вследствие этого рыбную продукцию.

Сведения о характере развития половых желез у солнечного окуня, до недавнего времени, были немногочисленны. Морфология половых клеток на протяжении сезона размножения описаны (Rangel E, Santos RE et al. 2012; Magalhães, Ratton, 2005) в водоемах, расположенных на территории Бразилии. В литературе также приводятся сведения, касающиеся количества порций откладываемой икры, данным видом, в реке Миссисипи (естественный ареал) (Scott, Crossman, 1973) и в чужеродных водоемах Южной Америки (Magalhães, Ratton, 2005), Европы и Азии (Copp, Fox, 2007).

В Кучурганском водохранилище-охладителе обитает Lepomis gibbosus с порционным типом икрометания, который характеризуется асинхронным развитием половых клеток в течение всего репродуктивного цикла. Нерестовый сезон у данного вида в Кучурганском водохранилище-охладителе начинается с третьей декады мая. Как нами было отмечено, первыми начинают выметывать икру более крупные, пятигодовалые самки, о чем свидетельствует наличие в их гонадах опустевших фолликулярных оболочек и ооцитов следующих генераций в фазах интенсивного вителлогенеза, начала накопления желтка и вакуолизации цитоплазмы.

У более молодых особей, возраст которых составляет четыре года, яичники продолжают оставаться на IV завершенной и IV-V стадиях зрелости. Гонадосоматический индекс у них, в этот период, достигает максимальных величин (табл.1). Яичники содержат весь комплекс ооцитов периода трофоплазматического роста. Размер половых клеток, завершивших накопление желтка в цитоплазме,

достигает в среднем 621,0±0,20мкм. Цитоплазма у большинства ооцитов заполнена гранулами желтка больших размеров, у других – происходит их слияние в крупные гомогенные образования.

Таблица 1 - **Биологическая характеристика самок *Lepomis gibbosus* в Кучурганском водохранилище-охладителе**

Возраст, годы	Стадия зрелости	Длина тела, см.	Масса тела, гр.	ГСИ,%	КУ (по Кларк)
4	IV; IV-V	11,83±0,16	62,34±1,63	23,30±2,68	2,9±0,03
5	VI-IV_2	14,50±0,21	126,25±3,75	11,05±1,12	3,5±0,15

После завершения процесса накопления питательных веществ в яйцеклетках происходят изменения, связанные с подготовкой их выведения из яичника. Перед овуляцией половые клетки содержат единую жировую каплю, желток в виде гомогенной массы, заполняет всю цитоплазму яйцеклетки, фолликулярный эпителий становится тонким и несколько отходит от студенистой оболочки ооцита (рис.1).

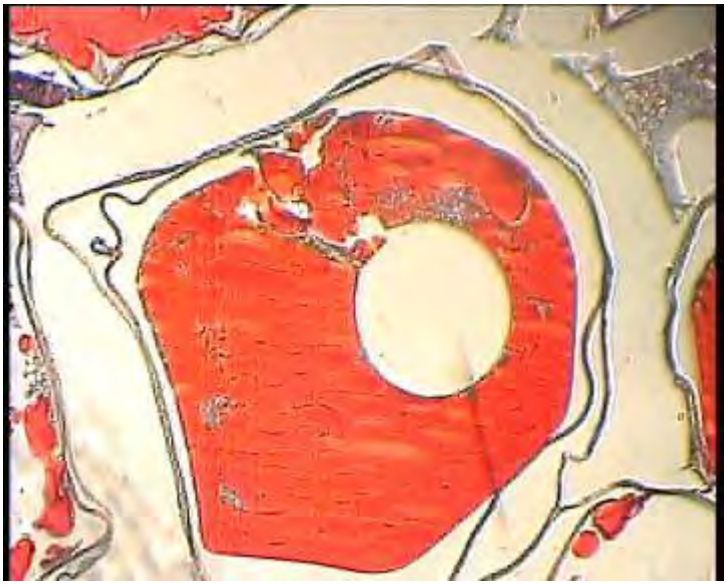


Рисунок 1 - **Ооцит самки в фазе созревания**

После вымета первой порции икры в яичниках остаются, наряду с опустевшими фолликулярными оболочками, ооциты на разных фазах периода трофоплазматического роста, что указывает на асинхронность их развития (рис 2).

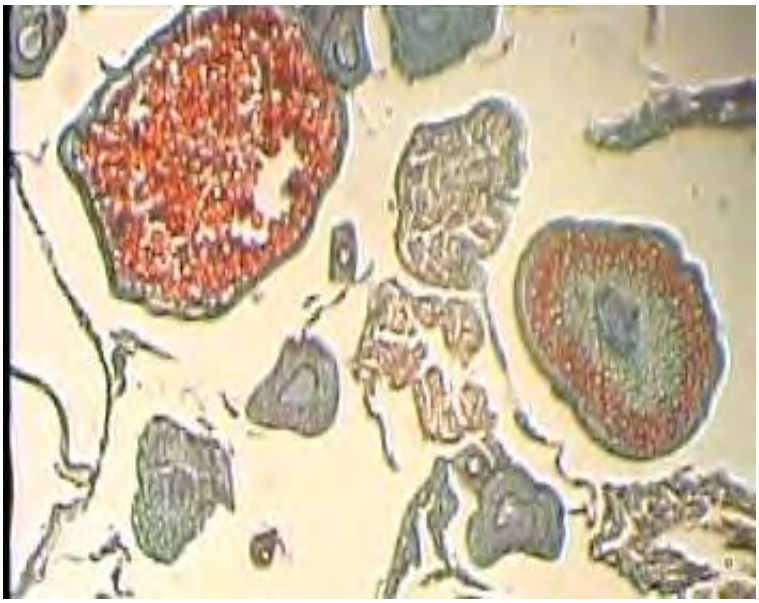


Рисунок 2 - **Фрагмент яичника после вымета первой порции икры**

В ооцитах второй генерации, подготавливающихся к вымету в данном нерестовом сезоне, идет накопление, в цитоплазме, гранул желтка. В первых числах июня, перед вторым в сезоне икрометанием, в яичниках Lepomis gibbosus старшая генерация ооцитов завершает трофоплазматический рост и переходит в фазу созревания. Начало овуляция зрелых половых клеток у самок осуществляется во второй декаде июня. Самки, выловленные в конце первой декаде июля, имели VI_3 стадию зрелости гонад. В течение короткого времени ооциты третьей генерации завершают интенсивное накопление питательных веществ и приступают к процессу слияния жира в более крупные капли. Вымет третьей порции икры у Lepomis gibbosus, в данном водоеме, происходит во второй декаде июля. В этот период выявлены самки с дегенерирующими половыми продуктами. На гистологических препаратах деструктивные изменения в вителлогенных ооцитах выражены в отсутствии тургора в клетах, исчезновении ядер и частичной гомогенизации желтка. Резорбции также подвернуты и яйцеклетки резервного фонда в фазах вакуолизации цитоплазмы, которая сопровождается разрушением вакуолей и слиянии их содержимого в гомогенную массу (рис. 3).

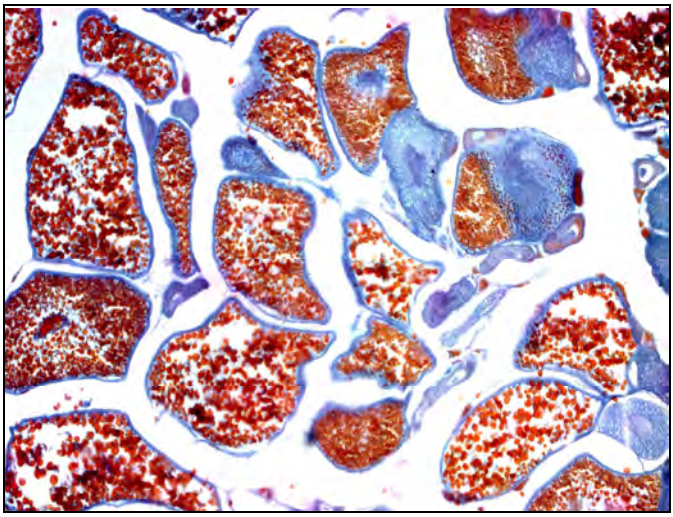


Рисунок 3 - **Резорбция желтковых ооцитов третьей генерации и яйцеклеток новой генерации в фазах вакуолизации**

После завершения нерестового сезона в гонадах самок Lepomis gibbosus остаются только фолликулярные оболочки и комплекс ооцитов протоплазматического роста, старшая генерация которых, находится в фазе однослойного фолликула, что соответствует II стадии зрелости, которая длится в течение двух с половиной месяцев (втора декада июля -начало октября). После завершения резорбционных процессов, отнерестившихся рыб, начинается новая волна оогенеза. С понижением температуры воды ооциты переходят в период начала трофоплазматического роста – фазу вакуолизации цитоплазмы, а гонады во II-III стадию зрелости. Превителлогенные яйцеклетки в фазе D_1 содержат один ряд вакуолей. Зимуют самки на III стадии зрелости, с ооцитами на разных фазах вакуолизации.

Серебряный карась *Carassius gibelio (Bloch,1782*)**.** За период существования Кучурганского водохранилища-охладителя были отмечены значительные изменения его термического режима. В начале эксплуатации Молдавской ГРЭС в (1964-1966 гг.) термофикация водохранилища-охладителя была незначительной. Но по мере наращивания мощностей электростанции среднегодовая температура воды в водохранилище-охладителе в (1967-1970 гг.) превышала, естественную, на 3,7 ºС, а в (1981-1985 гг.) на 6,1 ºС.на нижнем и 4,0º на среднем участках водохранилища–охладителя (Горбатенький и др.,1988).

В результате снижения производственных мощностей МГРЭС температурный режим водохранилища-охладителя за последние 20 лет почти не отличался от естественного. Однако нарушение гидрологического режима

водохранилища привело к его массовому зарастанию макрофитами и вторичному органическому загрязнению продуктами их разложения (Зубкова и др. 2008).

Проведенные исследования, в условиях повышенной термофикации водохранилища-охладителя и в период слабого воздействия сбросных вод, позволили выявить изменения в темпе роста, а также в развитии репродуктивной системы серебряного карася.

Carassius gibelio является одним из видов в рыбных сообществах, проявивший высокую пластичность и адаптивную возможность к изменившимся условиям в водоемах бассейна Днестра. Подтверждением этому, является изменение скорости линейно-весового роста у половозрелых самок в современных условиях Кучурганского водохранилища (рис. 4,5).

Как видно из таблицы, отмечается снижение темпа роста и массы тела особей всех указанных возрастных групп за последние 40 лет существования Водохранилища-охладителя.

Согласно нашим исследованиям половое созревание самок в Кучурганском водохранилище-охладителе наступает в трех и реже в двух годовалом возрасте. Следовательно, половозрелыми самки становятся при меньших размерах, чем это было отмечено впервые годы становления водохранилища-охладителя (Владимиров и др.,1973) и в период, когда происходил рост теплового воздействия Кучурганской ГРЭС на температурный режим водохранилища (Карлов, и др.,1988).

Уменьшение термического режима в Кучурганском водохранилище-охладителе, в результате сокращения производственных мощностей Молдавской ГРЭС, вызвало сдвиг нереста рыб на более поздние сроки. В настоящее время, самки начинают нереститься на 15-25 дней позже (конец апреля - начало мая), по сравнению с прошлыми годами - 1980-1985 гг. (середина апреля), когда температура воды в водохранилище превышала естественную на 4-6 ºС (Карлов и др.,1988; Статова,1985). К началу нереста доля первой порции икры у carassius в Кучурганском водохранилище-охладителе составляет 34-68% от количества ооцитов трофоплазматического роста. Вариабельность содержания икры в первой порции определяет массу гонад и величину гонадосоматического индекс (ГСИ) у самок перед началом размножения. У самок четко прослеживается зависимость размеров ооцитов, завершивших вителлогенез (фаза Е) от возраста особей и от массы их тела (табл. 2).

Таблица 2 - **Репродуктивная способность самок *Carassius gibelio***

Возраст, годы	**Кучурганское водохранилище-охладитель**		
	Масса тела, г	**ГСИ**	**Размер ооцитов фазы «Е», мк. I ген.**
2	-	-	-
3	169,0±8,65	12,2±1,94	891,0±6,80
4	475,0±25,0	18,3±2,10	906,4±4,33
6	1030,0±32,70	26,7±4,71	961,6±6,43

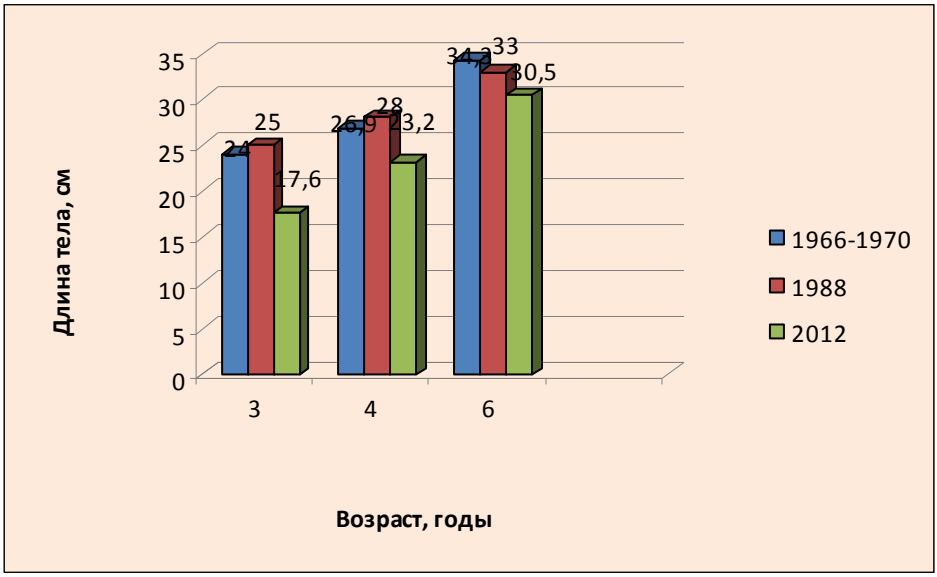


Рисунок 4 - **Динамика средних величин линейного роста половозрелых самок *Carassius gibelio* за последние 40 лет**

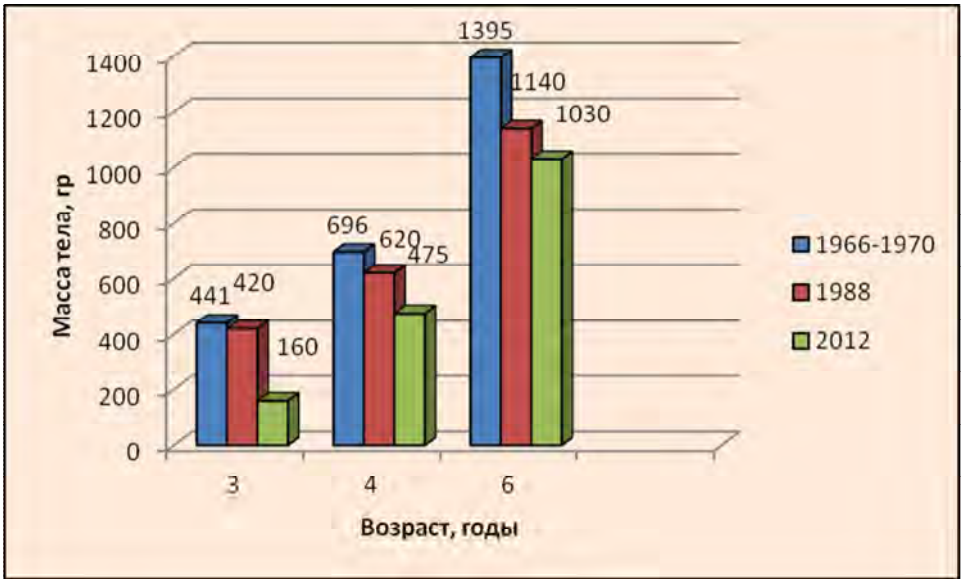


Рисунок 5 - **Динамика средних величин весового роста половозрелых самок *Carassius gibelio* за последние 40 лет.**

Признаком неблагоприятных экологических условий в водохранилище-охладителе для размножения самок являются деструктивные изменения в ооцитах, завершивших накопление трофических веществ. У некоторых особей наблюдается тотальная резорбция яйцеклеток первой генерации, а более молодые клетки подвергнуты дегенеративным изменениям, проявления которых выражаются в вакуолизации и деформации ядра, разрушении кортикальных вакуолей, содержание которых приобретает пенистую структуру и набухании собственной оболочки ооцитов (рис. 6). Такие самки пропускают нерестовый сезон, что негативно сказывается на воспроизводстве популяции в целом.

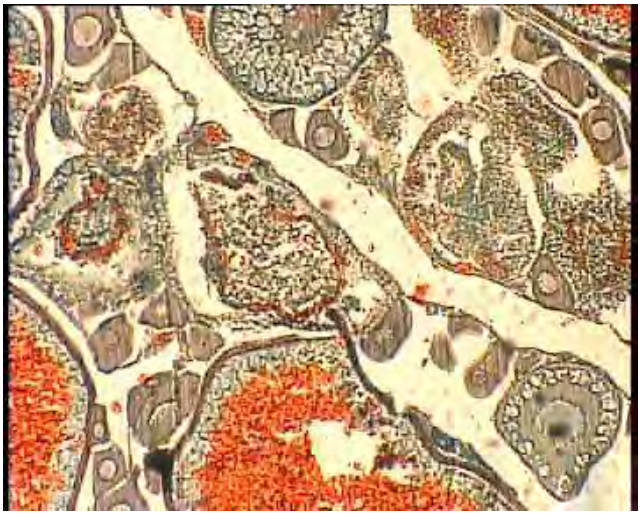


Рисунок 6 - **Тотальная резорбция яйцеклеток первой генераций**

Исследования ихтиологического материала последних двух лет выявили наличие в водохранилище-охладителе тугорослую форму *Carassius gibelio,* обладающие низким темпом роста. В уловах попадались половозрелые трехгодовалые особи длина и масса тела которых составляет 15,32+0,24 см и 96,67+3,27 г соответственно, причем у некоторых самок наблюдается резорбция ооцитов первой генерации, завершивших накопление гранул желтка, что указывает на условия не соответствующие для переходы их в фазу созревания (рис.7).

По мнению Шатуновского (2007) при неблагоприятных экологических условиях в водоеме, появление карликовых форм в популяции способствует стабильности воспроизводства рыб.

Рисунок 7 - **Резорбция ооцитов первой генераций у тугорослой формы самок**

Выводы

► *Lepomis gibbosus* из Кучурганского водохранилища-охладителя является порционно нерестующей рыбой с асинхронным развитием половых клеток в течение всего репродуктивного цикла. Нерестовый сезон начинается с третьей декаде мая и заканчивается во второй декаде июля, причем первыми откладывают икру пяти годовалые самки, тогда как яичники четырехгодовалых особей продолжают оставаться на IV завершенной и IV-V стадиях зрелости. Перед выметом третьей генерации яйцеклеток выявлены самки с дегенерирующими желтковыми ооцитами. Деструктивным изменениям подвергнуты и ооциты новой генерации в фазах вакуолизации цитоплазмы, что приводит к отсутствию нереста в следующем сезоне размножения рыб.

► В новых условиях обитания , у самок *Carassius gibelio* Кучурганского водохранилища-охладителя, произошло изменение продолжительности вителлогенеза в ооцитах, приведшее к сдвигу начала нерестового сезона рыб на более поздние сроки. В результате неблагоприятных экологических условий для размножения самок *Carassius gibelio* в Кучурганском водохранилище-охладителе становятся половозрелыми в трех и реже в двух годовалом возрасте при меньших размерах, чем это было отмечено впервые годы его становления. У некоторых особей наблюдается тотальная резорбция яйцеклеток первой генерации. Такие самки пропускают нерестовый сезон, что негативно сказывается на воспроизводстве популяции в целом.

Литература

Владимиров М.З., Набережный А.И. Размерно-возрастной состав, питание, темп роста и упитанность рыб \\ Сб. Кучурганский лиман-охладитель МГРЭС.1973. Из-во «Штиинца».С.125-148

Горбатенький Г.Г.,Бызгу С.Е. Характеристика основных абиотических факторов экосистемы водохранилища-охладителя Молдавской ГРЭС// Биопродукционные процессы в водохранилищах-охладителях ТЭС.1988. Кишинев «Штиинца» С.3-5

Зубкова Н., Шленк Д.,Зубкова Н.Н.,Билецки Л.И.,Сапожникова Е.,Крепис О.И.,Чебану А.С. Содержание металлов в рыбе из Дубосарского и Кучурганского водохранилищ// Изв. АНМ. Сер. Науки о жизни 2008. №1. С.115-121

Карлов В.И., Крепис О.И. Перестройка ихтиофауны, распределение и структура популяций промыслово-ценных видов рыб \\ Биопродукционные ресурсы в водоеме-охладителе ТЭС.1988.Из-во «Штиинца» С. 165-180

Статова М.П. Сравнительные эколого-физиологические исследования некоторых карповых рыб водоемов Молдавии \\ Сб. особенности репродуктивных циклов у рыб в водоемах разных широт . 1985.Из-во «Наука». С. 99-111

Шатуновский М.И., Рубан Г.И., Акимова Н.В. О популяционных и онтогенетическ5их механизмах регуляции воспроизводства рыб \\ Успехи современной биологии. 2007. Т.127. № 1. С. 87-96

Copp, G.H. & M.G. Fox. Growth and life history traits of introduced pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*) in Europe, and the relevance to invasiveness potential,. 2007. P. 289-306.

Magalhães, A.L.B. , T.F. Ratton. 2005. Reproduction of a South American population of pumpkinseed sunfish *Lepomis gibbosus* (Linnaeus) (Osteichthyes, Centrarchidae): a comparison with the European and North American populations. Rev. Bras. Zool. 2005. 22. P. 477-483.

Rangel E. Santosl RE, Tayara P, Silva TR, Igor V, Chehayeb IV, Andre L B de Magalhães AL. Reproduction of the non-native fish *Lepomis gibbosus* (Perciformes: Centrarchidae) in Brazil. Revista de Biologia Tropical. Vol 60(3). 2012. P. 1327-1334.

Scott W.B. and Grossman E.J Freshwater Fishes of Canada. Fish. Res. Bd. Canada Bull., 184: 1-966.

ABSRACT. *Lepomis gibbosus* and *Carassius gibelio* from Cuchurgan cooling reservoir are species with portion egg-laying with asynchronic development of sexual cells during the whole reproductive cycle. At present, the individuals of *Carassius gibelio* becomes sexually mature at a smaller size than it was noted in the early years of the cooling reservoir functioning. There are shown the pathological changes in the development of oocytes in some females of *Lepomis gibbosus* before the third spawning in the season, and in *Carassius gibelio* this process also affect the first generation of eggs.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ И ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОЛЖСКО-КАСПИЙСКОГО БАССЕЙНА

Р.П. Ходоревская, С.В. Канатьев, В.А. Калмыков, В.Н. Ткач, И.Н. Лепилина
Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Астрахань,
chodor@mail.ru

Ихтиофауна Каспийского моря (с его реками и водотоками) населяет ареал с различными фаунистическими комплексами, что предопределяет широкое видовое биоразнообразие рыб (семейства *Acipenseridae, Cyprinidae, Clupeidae, Percidae, Siluridae, Esocidae, Salmonidae* и др.). По экологической классификации большинство промысловых объектов относятся к речным, полупроходным, проходным и морским видам рыб.

После образования суверенных прикаспийских государств, промысел Российской Федерацией стал осуществляться в Южном рыбохозяйственном районе Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна, включающем в себя четыре рыбохозяйственных подрайона - Волго-Каспийский, Северо-Западный, Северо-Каспийский, Терско-Каспийский и собственно само Каспийское море.

Промысловое освоение водных биологических ресурсов неразрывно связано с оценкой их запасов, на основании которых разрабатываются прогнозы общих допустимых и рекомендуемых уловов. На формирование промысловых запасов и, следовательно, уловов, большое влияние оказывают факторы природного и антропогенного характера. Так, уловы каспийских килек (252,4 тыс. т) и осетровых (19,4 тыс. т) в 1986-1990 гг. ,по сравнению с периодом 2001-2006 гг., снизились соответственно в 3,7 и 17,2 раза (Власенко, 2007). В первом случае снижение уловов и запасов происходило из-за массовой гибели анчоусовидной и большеглазой килек, вызванной подводным землетрясением (Седов и др., 2002; Катунин и др., 2002), во-втором – из-за резко возросшего неучтённого изъятия осетровых рыб. Практически полная ликвидация прибрежного сельдяного и килечного лова на западном побережье Каспийского моря (с 1960-х годов) привела к значительным потерям освоения биоресурсов на юге России, поскольку морские мигрирующие сельди и обыкновенная килька обладали высоким потенциалом общего, в том числе и нерестового, запаса. В сложившихся условиях основная нагрузка традиционно приходится на запасы речного и солоноватоводного комплексов (полупроходные виды), уловы которых также подвержены значительным колебаниям, в зависимости от биотических и абиотических факторов среды.

Цель данной работы - выявить изменения, происходящие в динамике промысловых запасов речных, полупроходных, проходных и морских видов рыб, и дать оценку состояния сырьевой базы и вылова основных промысловых объектов в современных условиях.

Полупроходные и речные виды рыб

Полупроходные и речные виды рыб Каспийского бассейна, условно разделённые на «одуемые», для которых устанавливался общий допустимый улов – вобла *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), лещ *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), судак *Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758), сазан *Cyprinus carpio (*Linnaeus, 1758), сом пресноводный *Silurus glanis* (Linnaeus, 1758), щука *Esox lucius* (Linnaeus, 1758), и на так называемые «прочие» виды с возможным выловом - красноперка *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758), серебряный карась *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758), окунь *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758), густера *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758), синец *Abramis ballerus* (Linnaeus, 1758), чехонь *Pelecus cultratus* (Linnaeus, 1758), жерех *Aspius aspius* (Linnaeus, 1758), берш *Stizostedion volgense* (Gmelin, 1788) и др., – были и остаются традиционными и важными объектами промысла. В середине XX столетия уловы полупроходных и речных рыб достигали 200-290 тыс. т. В дальнейшем, в связи с отрицательным влиянием целого ряда факторов (природных, антропогенных, геополитических и др.), они значительно снизились и в 2010-2014 гг. не превышали 42,0-56,6 тыс. т. Достаточно сказать, что за последние пять лет добыча этих видов в Южном рыбохозяйственным районе Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна достигала 96,8% в общем улове биоресурсов. В 2015 г. вылов полупроходных и речных рыб составил 49,2 тыс. т при обеспеченности промысловым запасом в объёме 269,8 тыс. т (табл. 1).

Формирование запасов полупроходных и речных рыб приурочено к устьевым областям рек. Можно с большой достоверностью утверждать, что численность рассматриваемых видов находится в зависимости от величины речного стока и размеров опресненной устьевой зоны, определяющей ареал нагула этих рыб в море. Промысловые запасы полупроходных и речных рыб в 2010-2015 гг. в основной массе формировались теми поколениями, воспроизводство которых проходило в условиях низкого весеннего половодья и объёмов стока. Поэтому промысловые запасы, особенно воблы, леща, судака и сазана, находились на низком уровне.

Таблица 1 – **Промысловые запасы, общие допустимые (ОДУ), возможные уловы (ВВ), вылов полупроходных и речных видов рыб, тыс. т**

Виды рыб		2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Вобла	**запас**	**33,30**	**22,84**	**25,10**	**28,80**	**27,06**	**26,28**
	ОДУ	3,26	2,535	2,641	2,120	2,155	2,165
	улов	2,59	1,511	1,537	1,309	1,474	1,624
Лещ	**запас**	**55,307**	**52,387**	**52,473**	**53,365**	**51,513**	**52,610**
	ОДУ	13,151	12,471	12,496	12,727	12,207	12,512
	улов	10,641	9,694	8,061	9,114	8,789	10,094
Судак	**запас**	**7,87**	**8,026**	**6,926**	**7,726**	**8,384**	**9,735**
	ОДУ	0,637	0,651	0,566	0,637	0,678	0,787
	улов	0,443	0,445	0,368	0,486	0,530	0,592
Сазан	**запас**	**15,452**	**15,687**	**15,929**	**14,998**	**14,657**	**14,780**
	ОДУ	2,604	2,688	2,710	2,595	2,586	2,605
	улов	1,963	1,772	1,694	1,851	1,915	1,991
Сом пресноводный	**запас**	**42,035**	**42,593**	**44,437**	**44,488**	**46,336**	**47,538**
	ОДУ	7,821	8,182	8,297	8,388	8,740	8,986
	улов	6,981	6,730	6,905	6,930	7,166	7,508
Щука	**запас**	**27,264**	**30,266**	**31,492**	**31,835**	**32,476**	**32,315**
	ОДУ	5,621	6,348	6,671	6,718	6,837	6,814
	улов	4,724	5,254	5,257	5,650	5,496	5,729
Итого (ОДУемых)	**запас**	**181,228**	**171,799**	**176,357**	**181,412**	**180,426**	**183,258**
	ОДУ	33,094	32,875	33,381	33,185	33,203	33,869
	улов	27,342	25,406	23,822	25,340	25,370	27,538
Возможный вылов (ВВ), «прочие»*	**запас**	**59,976**	**57,964**	**69,461**	**78,792**	**81,031**	**86,562**
	ОДУ	15,258	20,574	20,260	23,218	24,118	25,724
	улов	25,304	19,319	18,193	20,391	18,565	21,662
Всего полупроходных и речных рыб	**запас**	**241,204**	**229,763**	**245,818**	**260,204**	**261,457**	**269,820**
	ОДУи ВВ	48,353	53,450	53,641	56,403	57,321	59,593
	улов	52,646	44,725	42,015	45,731	43,935	49,200

Примечание: *жерех, берш, толстолобик, амур белый, красноперка, карась, окунь пресноводный, густера, синец, чехонь, плотва, рыбец, шемая, кумжа (форель), усач, подуст, голавль.

Вобла. В начале XX века промысловые уловы воблы составляли 111 тыс. т, в конце 1990–х годов колебались в количестве от 13 до 19 тыс. т. С начала 2000 гг. уловы воблы продолжали сокращаться. Эффективность нереста производителей в последние годы находилась на низком уровне: численность сеголеток по сравнению с началом 2000-х годов снизилась в 8 раз (с 45 млрд экз. до 5,5 млрд экз.). В 2015 г. промысловый запас воблы оценивался в 26,28 тыс. т, общий допустимый улов - в 2,165 тыс. т, из которого промыслом изъято 1,62 тыс. т. В перспективе промысловый запас будет базироваться на малочисленных поколениях, что приведёт к ещё большему сокращению общего допустимого улова.

Лещ. Большую часть промысловых уловов полупроходных и речных видов рыб в последние годы (2010-2014 гг.) составлял лещ в объёме 8,1-10,6 тыс. т

при колебаниях промыслового запаса от 51,5 до 55,3 тыс. т. Величина промыслового запаса в 2015 г. оценивалась в 52,6 тыс. т, общий допустимый улов не превышал 10,1 тыс. т. В ближайшей перспективе в промысел, как и у воблы, начнут вступать малоурожайные поколения, что отразится на снижении запаса данного вида.

Сазан. В 1980-е годы уловы достигали 6,0 тыс. т. В современный период численность сазана невелика, вылов в последние годы колеблется на уровне 1,8-1,9 тыс. т, промысловый запас 14,8-15,9 тыс. т. Вылов сазана в 2015 г. составил 1,99 т, освоение – 76,4%. Снижение запаса сазана обусловлено низкой эффективностью естественного воспроизводства в связи с маловодными годами и высокой величиной неучтенного изъятия.

Судак. Промысловые запасы судака в 2010-2013 гг. оценивались в 6,9-8,0 тыс. т, с последующим увеличением в 2015 г. до 9,7 тыс. т. В соответствии с общим допустимым уловом (0,787 тыс. т) промысловое изъятие данного вида в 2015 г. составило 0,592 тыс. т, освоение – 75,2%. Несмотря на некоторое увеличение запаса судака в последние два года, популяция продолжает оставаться в депрессивном состоянии. Сокращение промысловых запасов началось с конца прошлого века. С нашей точки зрения, падение запасов судака вызвано высокой величиной неучтенного вылова, экологической ситуацией водоема и отсутствием достаточного объема привлекающего пресного стока реки. Заиление каналов-рыбоходов, небольшая глубина, отсутствие мест для размножения приводят к низкой эффективности естественного нереста (Кушнаренко, 1997).

Сом пресноводный, в отличие от рыб, формирование популяций которых определяется объемом и продолжительностью весеннего половодья, нерестится в авандельте и эффективность его воспроизводства ежегодно стабильна. Промысловый запас увеличивался с 33 тыс. т (2003 г.) до 47,5 тыс. т (2015 г.) при общем допустимом улове в 8,99 тыс. т. Уловы сома колебались в ряду лет (2010-2015 гг.) от 6,7 до 7,5 тыс. т.

Щука. Интерес к щуке, как к объекту промысла, в последние годы значительно возрос из-за спроса на её икру. Однако, на данный момент запасы щуки (в 2015 г. - 32,3 тыс. т) находятся в удовлетворительном состоянии. В 2015 г. выловлено 5,7 тыс. т при освоении общего допустимого улова на 84,1%. В последние годы резко возрос неучтённый улов и особенно самок, доля которых в популяции снизилась с 70 до 52,0%, что, несомненно, в дальнейшем отразится на масштабах естественного воспроизводства.

Таким образом, общий промысловый запас полупроходных и речных видов рыб, к которым применяется расчёт общего допустимого улова в 2010-2014 гг., оценивался в объёме 171,799-183,258 тыс. т, промысловое изъятие варьировало от 23,822 до 27,538 тыс. т. Промысловые запасы воблы, леща, судака и сазана характеризовались стабильными показателями, но на низком уровне, запасы сома и щуки - как удовлетворительные с тенденцией к увеличению.

В последние годы, на фоне сокращения запасов ценных промысловых видов рыб, увеличилась доля «прочих» видов с 57,964 (2011 г.) до 88,562 тыс. т (2015 г).

Вылов «прочих» пресноводных в 2015 г. составил 21,622 тыс. т, (освоение – 84,2%), что в 1,2 раза больше, чем в 2014 г. Наибольшая доля вылова «прочих» пресноводных приходилась на красноперку – 47,0%, карася – 30,3%, окуня - 10,3% и густеру – 9,3%, доля остальных видов была невелика. Средние биологические показатели длины, массы и возраста на уровне среднемноголетних величин свидетельствовали о благополучном состоянии запасов этих рыб.

Проходные виды рыб

К этой группе относятся осетровые: белуга *Huso huso* (Linnaeus, 1758), русский осетр *Acipenser gueldenstaedtii* (Brandt, 1833), персидский осетр *Acipenser persicus* (Borodin, 1897), севрюга *Acipenser stellatus* (Pallas, 1771) за исключением стерляди *Acipenser ruthenus* (Linnaeus, 1758), а также белорыбица *Stenodus leucichthys leucichthys* (Gueldenstaedtii, 1772) *и* сельдь-черноспинка *Alosa kessleri kessleri* (Grimm, 1887).

Период, начиная с 1990-х гг., характеризовался сокращением численности и промысловых запасов осетровых. Для сохранения запасов белуги в России с 2000 г. был запрещен её промысел, с 2005 г. приостановлен промышленный лов осетра и севрюги. В настоящее время изъятие вышеуказанных видов рыб осуществляется только для целей воспроизводства и научно-исследовательских работ. Следует отметить, что введённый мораторий на промысел осетровых не способствовал улучшению состояния популяций, поскольку тенденция снижения их запасов до настоящего времени продолжает сохраняться.

Белуга. До запрета морского промысла, когда лов белуги проводился в Каспийском море и в реках бассейна, максимальные уловы достигали 2,23 тыс. т. В первое десятилетие после запрета уловы белуги сохранялись на высоком уровне - 2,05 тыс. т (1970 г.). В последующие годы наблюдалось постепенное снижение уловов, что было обусловлено сокращением масштабов естественного и искусственного воспроизводства, а также наличием незаконного промысла. В 2010-2015 гг. прослеживается устойчивое сокращение абсолютной численности (с 0,466 до 0,228 млн экз.) и промыслового запаса (с 8,08 до 4,06 тыс. т) белуги в Каспийском море.

Русский осётр. Наиболее высокие уловы русского осетра (14,1-14,6 тыс. т) отмечались в 1980-1981 гг., но уже с начала 90-х гг. прошлого столетия наблюдалось снижение численности и биомассы промыслового запаса. С 2008 по 2014 гг. уловы русского осетра, в зависимости от потребности для воспроизводства, варьировали в пределах 61,089 т (2009 г.) и 3,604 т (2014 г.). Промысловый запас в 2015 г. составил 5,35 тыс. т, что ниже показателя 2010 г. в 2,5 раза.

Персидский осетр занимает нагульный ареал Среднего и Южного Каспия, откуда совершает нерестовые миграции. В реке Волге и её водотоках в период высокой интенсивности промысла величина улова не превышала 2-5% от всего добытого осетра. Абсолютная численность вида в 2015 г., по отношению к 2010 г.,

сократилась в 4,7 раза, составив 0,696 млн. экз., промысловая биомасса уменьшилась с 0,92 до 0,28 тыс. т.

Севрюга. Максимальные уловы севрюги (более 5 тыс. т) зарегистрированы в первые годы после введения запрета на морской промысел с последующим уменьшением в конце 1980-х гг. до 2,99–4,68 тыс. т, в 1990-х – до 0,20 тыс. т. В 2010-2014 гг. уловы для целей воспроизводства и НИР варьировали в пределах 0,14-1,65 т. Абсолютная численность оценивалась в 2015 г. в 0,94 млн экз., промысловая биомасса - в 2,46 тыс. т, что меньше уровня 2010 г. соответственно в 2,4 и 2,0 раза.

Стерлядь - это единственный вид осетровых, запас которого снижался не столь стремительно, как у белуги, осетра и севрюги. Численность стерляди за последние пять лет наблюдений уменьшилась с 0,166 до 0,104 млн экз., промысловая биомасса - с 34,3 до 29,2 т. Сохранению запаса способствовало наличие множества крупных группировок, рассредоточенных по всему руслу р. Волги (от плотины Волгоградского гидроузла до опреснённых вод Северного Каспия), и более короткие по протяжённости нерестовые миграции, позволяющие максимально использовать все действующие нерестилища.

Сельдь-черноспинка относится к проходным сельдям, её промысловые уловы, обеспеченные нерестовым запасом в 16,6 тыс. т в 1995-1998 гг., до 2000 г. превышали 2 тыс. т. В начале 2000-х годов объёмы вылова резко сократились до нескольких десятков тонн. Биомасса нерестового запаса уменьшилась в сотни раз, и продолжала оставаться на крайне низком уровне на протяжении десяти лет, и только в последние годы наметилась тенденция к её увеличению. На 2015 г. нерестовый запас популяции определен в объеме 1,836 тыс. т.

Белорыбица занесена в Красную Книгу Астраханской области. В настоящее время единственным способом сохранения и восстановления запасов белорыбицы является её искусственное воспроизводство. Масштабы выпуска молоди белорыбицы, в виду отсутствия должного количества производителей, ежегодно сокращаются и явно недостаточны для сохранения популяции. Необходимый объем выращивания молоди должен быть ежегодно не менее 10 млн экз.

Морские виды рыб

К промысловым объектам морских видов рыб относятся: каспийские кильки - анчоусовидная *Clupeonella engrauliformi* (Borodin,1904), большеглазая *Clupeonella grimmi* (Kessler, 1877), обыкновенная килька *Clupeonella cultriventris caspia* (Svetovidov, 1941), морские мигрирующие сельди - долгинская сельдь *Alosa braschnikowii braschnikowii* (Borodin, 1904), каспийский *Alosa caspia caspia* (Eichwald, 1838) и большеглазый *Alosa saposchikowii* (Grimm, 1887) пузанки, атерина *Atherina boyeri caspia* (Risso, 1826) и кефаль-сингиль *Liza aurata* (Risso, 1810).

Каспийские кильки. Килечный промысел до 40-х годов прошлого столетия носил незначительный, нерегулярный характер и был ориентирован на запасы

обыкновенной кильки (прибрежный лов до 7-35 тыс. т). Введение новой технологии лова на электросвет позволило обеспечить добычу килек в открытых районах моря и уже к 1958 г. их промысловое изъятие достигло 146 тыс. т. (с максимальным уловом 444 тыс. т. в 1971 г.). В видовом составе уловов ведущее место стала занимать анчоусовидная килька (85,5%), на долю обыкновенной приходилось 10,2%, на долю большеглазой кильки – 4,3%. В 1961-1990 гг. объемы годового вылова варьировали в среднем от 252 до 272 тыс. т.

За последние пятнадцать лет в морской экосистеме, прежде всего Среднего и Южного Каспия, произошли глубокие изменения, вызванные подводным землетрясением и вспышкой численности азово-черноморского интродуцента – гребневика мнемиопсиса, подорвавшего кормовую базу рыб – зоопланктофагов. Два этих обстоятельства привели к массовой гибели анчоусовидной и большеглазой килек. Объём годового вылова килек России в 2014 г., по отношению к 1999 г., сократился в 169 раз (0,887 тыс. т). В видовом составе стала преобладать обыкновенная килька (92,7%) со слабым фототаксисом на электросвет, доля анчоусовидной и большеглазой килек составляла соответственно 7,0 и 0,3% от общего улова. Промысел в открытых пространствах Каспийского моря на электросвет стал нерентабельным и практически прекратил своё существование. В настоящее время произошло видовое перераспределение запасов каспийских килек. Запас эндемичных видов (анчоусовидной и большеглазой) стал замещаться более экологически пластичным видом - обыкновенной килькой, промысловый ресурс которой осваивался в незначительном количестве (0,6-1,1 тыс. т).

Анализ данных за период 2010-2014 гг. показал, что биомасса промыслового запаса килек изменялась в узких пределах от 532,4 до 572,0 тыс. т (в среднем 553,1 тыс. т). Формирование запаса у анчоусовидной (104,8 тыс. т) и большеглазой килек (2,7 тыс. т) происходило на низком уровне при доминирующей роли обыкновенной кильки - 445,6 тыс. т (80,6%). В 2015 г., впервые за период наблюдений, отмечено увеличение численности анчоусовидной кильки, что отразилось на росте общей биомассы килек до 695,3 тыс. т. Доля анчоусовидной кильки по отношению к среднемноголетнему показателю увеличилась с 18,9 до 30,0% от общего запаса килек. Проведенные расчёты показали, что биомасса промыслового запаса в 2015 г. для обыкновенной кильки составляла 484,1; анчоусовидной - 208,7 и большеглазой кильки - 2,5 тыс. т (табл. 2).

Несмотря на увеличение численности анчоусовидной и большеглазой килек, общая и промысловая биомасса этих видов (по отношению к запасам конца 1990-х годов) продолжает оставаться в депрессивном состоянии.

Таблица 2 – **Промысловый запас каспийских килек, тыс. т**

Годы	Анчоусовидная килька	Большеглазая килька	Обыкновенная килька	Все виды килек
2010	115,6	2,4	434,1	552,1
2011	47,6	4,1	490,3	542,0
2012	123,2	3,2	445,6	572,0
2013	124,2	2,2	440,4	566,8
2014	113,6	1,4	417,4	532,4
2010-2014	104,8	2,7	445,6	553,1
2015	208,7	2,5	484,1	695,3

При возможном вылове килек в 2015 г. в объёме 66,265 тыс. т (в том числе большеглазой – 0,065, анчоусовидной – 9,8, обыкновенной – 56,4 тыс. т). Фактический вылов, включая прибрежный и морской промысел, составил 1,442 тыс. т или 2,2% от рекомендуемой величины, что в 2,2 раза выше уровня 2014 г. Одной из главных причин слабого освоения рекомендуемого вылова была низкая интенсивность промысла. Промысел большеглазой и анчоусовидной кильки проводился с 4 судов, ориентированных на запасы обыкновенной кильки и изредка выходящих на глубины 80-100 м, где распределялись их скопления. Освоению запасов обыкновенной кильки в настоящее время препятствуют в основном организационные причины. Промысел ведется в ограниченном количестве (всего 5-7 ставных неводов), в то время как в 1950-х годах, до запрета морского рыболовства, стационарными орудиями лова и малыми кошельковыми неводами вылавливали до 35 тыс. т в год.

Морские мигрирующие сельди. Морской прибрежный сельдяной промысел (на 50-60 рыбопромысловых участках), в среднем на уровне 30-50 тыс. т, сохранял доминирующее положение с начала XX века вплоть до запрета морского рыболовства (1961 г.), введённого с целью сохранения запасов осетровых рыб, когда все виды сетного промысла были упразднены. В начале 60-х годов произошла практически полная ликвидация сельдяного промысла у западного побережья Среднего Каспия. Вместо 58 участков, работавших до этого, было оставлено всего 6 экспериментальных сельдяных промыслов, деятельность которых в настоящее время прекращена. В 2010-2013 г. функционировал лишь один сельдяной промысел, деятельность которого при существующем режиме не отражала ни научного, ни промыслового интереса, в последние два года (2014, 2015) прибрежный лов закидным неводом отсутствовал.

Биомасса промыслового запаса морских сельдей в 2010-2014 гг. изменялась в пределах от 102,1 до 113,1 тыс. т (в среднем 106,4 тыс. т), в 2015 г. не превышала 97,2 тыс. т. В ряду лет прослеживалась незначительная тенденция снижения данного показателя (в основном за счёт промыслового запаса хищных сельдей), что

взаимосвязано с отрицательной регрессией уровня моря и, как следствие, сокращением нерестового и нагульного ареала. В 2015 г. абсолютная численность долгинской сельди составляла 601,5 млн экз. биомассой 65,1 тыс. т, в том числе промыслового запаса, соответственно 144,3 млн экз. и 50,5 тыс. т , что ниже среднемноголетнего показателя на 12,1 тыс. т (табл. 3).

Таблица 3 - **Промысловый запас морских сельдей**

Годы	Каспийский пузанок		Большеглазый пузанок		Долгинская сельдь		Все виды сельдей	
	млн экз.	тыс. т	млн экз.	тыс. т	млн экз.	тыс. т	млн экз.	тыс. т
2010	159,6	18,7	205,1	27,8	150,6	66,6	515,3	113,1
2011	151,3	17,2	200,1	29,7	135,4	59,4	486,8	106,3
2012	157,5	16,8	188,9	25,6	146,4	65,3	492,8	107,7
2013	180,0	18,4	195,4	22,6	161,0	63,1	536,4	103,6
2014	182,3	18,4	203,3	25,2	132,7	58,5	518,3	102,1
2010-2014	166,1	17,9	198,6	26,2	145,2	62,6	509,9	106,4
2015	184,1	21,4	191,8	25,3	144,3	50,5	520,2	97,2

Снижение численности и биомассы долгинской сельди, по отношению к среднему многолетнему показателю, обусловлено низкой урожайностью (3,3 экз./час траления) поколения 2011 года рождения, которое будет продолжать оказывать своё влияние на величину промыслового запаса в сторону уменьшения в последующие два года. На уменьшение биомассы также влияет снижение навесок сельдей младших возрастных групп – 2-3-годовиков. Промысловый запас более эвригалинного каспийского пузанка характеризовался ростом своей численности и биомассы.

После запрета морского рыболовства морские сельди практически не используются промыслом, что благотворно повлияло на их запасы. По этой причине целевые биологические ориентиры соответствуют фактическим промысловым ресурсам сельдей.

Промысел сельдей проводился в весенний период вдоль дагестанского побережья ставными сетями в Кизлярском заливе и у Крайновского побережья (юго-запад Северного Каспия). При возможном вылове в 2015 г. в объёме 12,0 тыс. т фактический улов составил 0,381 тыс. т, в том числе: долгинской сельди – 0,236 тыс. т, каспийского пузанка - 0,077 тыс. т, большеглазого пузанка – 0,068 тыс. т. Освоение возможного вылова находилось на уровне 3,2%, что в 1,7 раза выше прошлогодней величины. С 2011 г. вылов долгинской сельди увеличился в 6,9 раз - от 34,1 до 236,4 т (2015 г.), уловы каспийского пузанка колебались от 18,2 (2013 г.) до 77,0 т (2015 г.), уловы большеглазого пузанка за последние пять лет возросли в 3 раза.

Таким образом, низкое промысловое освоение морских сельдей обусловлено не состоянием их промысловых запасов, а сокращением интенсивности промысла.

Следует отметить, что организованный сельдяной промысел в 1980-2000 гг. на 3-4 экспериментальных промысловых участках, приближённый к промысловому режиму, показал свою перспективность. Средний улов за замёт составлял 1,9 т, общий вылов сельдей – 6,76 тыс. т. Необходимо планомерно наращивать прибрежный лов закидными неводами за счет введения новых тоневых участков от г. Дербент до поселка Каякент, с последующим распространением сельдяного промысла вдоль всего южного побережья Дагестана.

Атерина. С 2010 по 2014 гг. численность и биомасса промыслового запаса атерины варьировала в пределах 35,4-47,5 тыс. т. В 2015 г. общая численность составляла 9,3 млрд экз. биомассой 45,5 тыс. т. Промысловый запас при средней навеске 4,9 г оценивался в 39,2 тыс. т.

В российской части Каспийского моря специализированного промысла атерины не проводится. Этот вид является основным объектом прилова при добыче кильки ставными неводами на дагестанском побережье. Доля атерины в видовом составе уловов неводов составляла 10-15 %. При наращивании прибрежного лова ставными неводами возрастут объёмы добычи обыкновенной кильки и соответственно атерины, которая на данный момент относится к резервным объектам промысла.

Кефаль. Промысел кефалей в море, после их натурализации в 1930-1934 гг., носил случайный характер в качестве прилова при добыче других видов рыб (сельдёвых, частиковых). В целом, за все годы эксплуатации запасов кефалей до 1955 г. улов в советских водах не превышал 1,58 тыс. т.

Видовой состав кефалей в российской зоне Каспийского моря представлен только сингилем, возможный вылов которого в 2010-2014 гг. оценивался в объеме 2,0-2,1 тыс. т. при колебаниях промысловой биомассы от 9,8 до 10,8 тыс. т. Согласно полученным данным, численность промысловой части популяции кефали (сингиль) в 2015 г. составляла 11,13 млн экз. биомассой 9,91 тыс. т.

Российский промысел кефали сосредоточен на дагестанском побережье. В 2001-2008 гг. уловы в сетных порядках варьировали в пределах 4,7-70,9 т, с 2008 г. произошло существенное увеличение вылова кефали, что объясняется внедрением в промысел новых орудий лова - обкидных сетей. Пик промысла пришелся на 2009 г. (806,6 т), когда непосредственно в районе лова был организован прием рыбы (судно с холодильной установкой РДОС). В 2010-2014 гг. наблюдалось некоторое снижение добычи кефали до 257-551,5 т, что связано с неэффективной организацией промысла (поздние сроки выдачи разрешения на лов, незначительное количество предприятий, осваивающих квоту, отсутствие приёма рыбы в море). В 2015 г. промысловое изъятие кефали превысило средний многолетний показатель за последние пять лет, составив 688,254 т. В настоящее время освоение возможного вылова кефали составляет в среднем 22 % и зависит от эффективности организации промысла.

При возможном вылове морских рыб в 2015 г. в объёме 87,265 тыс. т (в том числе: анчоусовидной – 9,8 тыс. т, большеглазой – 0,065 тыс. т и обыкновенной

кильки – 56,4 тыс. т, морских сельдей 12,0 тыс. т, атерины и кефали 7,0 и 2,0 тыс. т) освоение рекомендуемого вылова морских рыб составляло 2,6% (2,5 тыс. т), против 1,7% (1,6 тыс. т) в 2014 г. Увеличение промыслового изъятия происходило за счёт добычи каспийских килек российским флотом, морских сельдей и кефали прибрежным рыболовством.

Таким образом, анализ вышеизложенного материала показывает, что сырьевая база наиболее массовых промысловых объектов полупроходных и речных видов рыб (вобла, лещ, сазан, судак) находится в напряжённом состоянии при удовлетворительном запасе таких видов как сом, щука и «прочих» рыб. Основной пресс промысла приходится именно на эти виды с освоением общедопустимого улова и возможного вылова на уровне 82,6% в объёме 49,2 тыс. т. В то же время промысловые ресурсы морских видов рыб, обладающих благоприятными запасами (морские мигрирующие сельди, обыкновенная килька, атерина, кефаль) на современном этапе продолжают формироваться в основном под воздействием естественной убыли популяций. При возможном вылове морских рыб в объёме 80-87 тыс. т освоение колебалось в пределах 1,7-2,6%. Основная причина столь низкого показателя заключается в предельно слабой интенсивности промысла, которая ориентирована в основном на добычу разреженных концентраций анчоусовидной и большеглазой килек. Практически полностью отсутствует некогда перспективный прибрежный лов морских видов (закидными и ставными неводами). В случае увеличения масштабов и интенсивности морского рыболовства морские виды рыб могут быть существенным дополнением к общему объёму вылова водных биологических ресурсов на юге России.

Несмотря на запретные меры, введённые Российской Федерацией, исключающие промышленное изъятие белуги, осетра и севрюги, их промысловые запасы продолжают снижаться. Происходит это в результате незаконного вылова. Принимая во внимание, что осетровые используют для нагула всю акваторию Каспийского моря и подвергаются браконьерскому вылову во всех его частях, необходимо введение общегосударственного моратория для всех прикаспийских государств, сохранения естественного нереста в реках бассейна и увеличения масштабов искусственного воспроизводства.

Литература

Власенко А.Д. Вопросы регулирования рыболовства и рационального использования рыбных запасов Каспийского бассейна // Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI веке: Мат. докл. к 110-летию КаспНИРХ (Астрахань, сентябрь 2007 г.). Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2007. С. 30-34.

Катунин Д.Н., Голубов Б.Н., Кашин Д.В. Импульс гидровулканизма в Дербентской котловине Среднего Каспия как возможный фактор масштабной гибели анчоусовидной и большеглазой килек весной 2001 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: результаты НИР за 2001 г. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2002. С. 41-55.

Кушнаренко А.И. Современные проблемы численности северокаспийского судака // Первый конгресс ихтиологов России (Астрахань, сентябрь 1997 г.). М.: ВНИРО, 1997. С. 435.

Седов С.И., Парицкий Ю.А., Колосюк Г.Г., Канатьев С.В. О гибели килек в Среднем и Южном Каспии в 2001 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2001 год. Астрахань: Изд-во КаспНИРХ,2002. С. 340-346.

ABSTRACT. The work presents the materials on the current state of the fisheries stocks of river, fluvial anadromous, diadromous, marine fish species and the level of their fishery exploitation at the Southern fishing area of the Volga-Caspian fishery basin. The article shows that at the present time the fluvial anadromous and marine fishes are the base of the fishery, while favorable stocks of the marine fishes are unclaimed. The stocks of the diadromous fishes (except herring-black-backed-shad) are in depressive state, and the withdrawal of which at this moment in time is carried out only for the purposes of reproduction and implementation of research works.

ПЕРСПЕКТИВЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА АКВАКУЛЬТУРЫ В ТУРКМЕНИСТАНЕ

А.Д. Хоммадов
ИП «Ыхлас», Туркменистан, Ашхабад , ata1991@mail.ru

Территория Туркменистана представляет собой уникальную кладовую цист артемии и гигантскую производственную площадку по воспроизводству артемии. Кроме тысячелетних запасов цист артемии в заливе Кара Богаз Гол, на территории Туркменистана находится уникальная гряда горько - соленых озер, расположенных по всему старому руслу Амударьи, которая в прежние времена впадала в Каспийское море. Наиболее известным озером в этой гряде является озеро Молла Кара, на берегу которого находится международный лечебный центр, по эффективности лечения который не уступает аналогам, расположенным на побережье Мертвого моря (Израиль). Береговые отложения цист артемии в заливе Кара Богаз Гол были гигантскими, а скопления их в заливе представляли собой пятнадцатикилометровые шлейфы в длину и до 800 метров в ширину. Однако бельгийская компания «ИНВЕ» получив концессию на сбор цист сроком на 15 лет, в результате своей пятилетней деятельности уничтожила запасы цист артемии на всей акватории залива. При извлечении биоресурсов компании были даны такие преференции, что при выклеве цист менее 75% товар списывался и утилизировался. Подобное не могло продолжаться бесконечно и через несколько лет своей активной деятельности на территории страны им пришлось спешно создавать комиссии и научные группы, экспертизы, которые подтвердили «изменения природных условий, которые отрицательно повлияли на природу и условия обитания артемии». Сделав вывод, что повышение солености залива не позволяет артемии существовать и развиваться в Кара Богаз Гол, они свернули свою деятельность и благополучно перекочевали в Россию и Казахстан. Но, даже покинув страну, они сохранили за собой право вернуться в страну в любое время до окончания срока «Концессионного Соглашения», подписанного на 15 лет. Прекращение действия Соглашения позволило нам в 2014 году приступить к созданию правовой базы по воспроизводству артемии и сбору её уже не как биоресурсов, а продуктов аквакультуры.

Этот вопрос стоит основополагающим в законодательстве Российской Федерации и позволяет эффективно использовать развитие аквакультуры в рыбоводстве. Постановлением Правительства РФ от 12 февраля 2014 г. № 99 утверждены Правила организации искусственного воспроизводства водных биоресурсов. Документ размещен на сайте Минсельхоза России. Новые правила подготовлены в связи с принятием федерального закона от 2 июля 2013 г. № 148 «Об аквакультуре (рыбоводстве) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Согласно поправкам, с 1 января 2014 г. статья закона о рыболовстве «Искусственное воспроизводство водных

биоресурсов» действует в новой редакции. Правила определяют порядок организации искусственного воспроизводства Водных Биоресурсов, в том числе редких и находящихся под угрозой исчезновения видов. Оговорено, что искусственное воспроизводство включает формирование, содержание и эксплуатацию ремонтно-маточных стад, выращивание водных биоресурсов с их последующим выпуском в водные объекты рыбохозяйственного значения. Такие работы осуществляются в соответствии со специальными планами, утвержденными Росрыболовством (его территориальными органами) в порядке, установленном Министерством сельского хозяйства РФ. Росрыболовство или, по его поручению, его территориальные управления заключают в месячный срок после утверждения планов с юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями договоры на выполнение работ по искусственному воспроизводству на период до 25 лет. Искусственное воспроизводство может осуществляться также на основании государственных контрактов, заключенных Росрыболовством в соответствии с законодательством РФ о контрактной системе в сфере закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд. Подведомственные Росрыболовству федеральные государственные бюджетные учреждения, занимающиеся искусственным воспроизводством в соответствии с государственным заданием, вправе реализовывать добытые водные биоресурсов после их использования в целях искусственного воспроизводства согласно законодательству РФ. Оговорено, каким образом учитываются и расходуются полученные в результате средства. Выпуск биоресурсов в водный объект рыбохозяйственного значения подтверждается актом, подписанным уполномоченными представителями Росрыболовства и юридического лица (индивидуального предпринимателя), осуществляющего выпуск. Учет Водных Биоресурсов, выпускаемых в рыбохозяйственные водные объекты, производится в соответствии с методикой, утвержденной Минсельхозом.

Таким образом, для сборщиков артемии и их цист как биоресурсов страны, появляется альтернативная деятельность, которая позволяет заниматься её культивированием, а не ограничиваться сбором природных отложений цист артемии, согласно получаемых от властей квот. Если же то огромное количество горько-соленых водоемов, имеющихся в России, использовать как фермерские хозяйства и обучить население методам увеличения численности артемии в водоёмах, то выход цист к окончанию сезона может резко увеличиться и позволит фермерам улучшить свое материальное положение. А создание «пунктов» по приёму сырья с целью его дальнейшей переработки и повышения его качества, позволит фермерам не отвлекаться от их главной задачи – увеличения поголовья артемии и сбора сырья (цист). Может возникнуть целая отрасль, которая по рентабельности не уступает другим направлениям рыбоводства и сельского хозяйства.

В настоящее время в Туркменистане возрос интерес к разведению артемии и сбору их яиц (цист). Работы ведутся в трёх направлениях:

1. Акционерное общество «Хазар-балык» приступило к строительству прудов по выращиванию артемии с использованием окружающего рельефа. Взяв за основу старые высохшие озера, они приступили к прокладке трубопроводов со стороны залива Кара Богаз Гол и со стороны Каспийского моря. Для трубопровода длинной около 15 км, используются трубы диаметром до ста миллиметров, с помощью насосов в которые закачивают морскую соленую воду в указанные пруды. Место залива морской воды оборудовано с таким расчетом, чтобы высыпанные в них сухие цисты артемии могли пройти процесс инокуляции и личинки вылупились в естественных условиях. В дальнейшем смешение с водой из залива Кара Богаз Гол позволит им выживать во вновь созданном водоеме и развиваться. Добившись высокой солености вод, они рассчитывают, что будет возможен промышленный сбор цист. Все мероприятия проводятся под руководством датских и немецких специалистов. Проект рассчитан на выход продукции в течение трех лет, а затраты запланированы на сумму 3,5-4,0 млн. долларов США.

2. Государственный комитет рыбного хозяйства рассчитывает на создание акционерного общества или СП по выращиванию и сбору цист в заливе Кара Богаз Гол. Оценивая свой административный ресурс в 60%, они занимаются поиском инвестора, который вложится на сумму 8-10 млн. долларов и будет вести всю производственную деятельность под их руководством. Они рассчитывают, что со стороны иностранного партнера будут проведены все затраты по воспроизводству артемии и строительству производственного комплекса по переработке цист артемии. Основной упор в поисках партнеров делается на турецких и китайских специалистов. Все прежние нормативы рассчитаны под изымаемые у природы биоресурсы, а юридическую базу по сбору произведенной на территории такого огромного водоема продукции (товара) не разработали. Так как очень много неясностей с реализацией предполагаемой к сбору продукции, подобная неизвестность возвращения затрат и получения прибыли пугает инвесторов и в результате - процесс переговоров затягивается. Географическое положение Кара Богаз Гола и климатические процессы, происходящие на его акватории, позволяют надеяться на успех этого проекта при необходимом количестве созданных лабораторий и мини баз по инокуляции цист артемии для заполнения их личинками всю площадь залива. Постепенное перемещение артемии по всему водоему приведет к интенсивной откладке цист по причине высокой солености остальной части залива, в которые артемия будет перемещаться с течением воды и в поисках пищи. В дальнейшем, постоянно действующие в регионе ветра обеспечат выброс цист на берег залива. Мы также стремимся участвовать в данном проекте, но пока наши условия не принимаются руководством Государственного комитета рыбного хозяйства страны.

3. Стремление минимизировать затраты заставило нас идти по третьему пути. Взяв в аренду несколько небольших горько-соленых водоемов, мы приступили к их заполнению маточным поголовьем и доведению плотности артемии до 200.000

особей на $м^3$ воды, что гарантирует хороший объем цист в течение одного года. Эксперимент, проведенный нами в 2001 году, когда запущенная в малый водоем артемия через 15 дней показала результат, выразившийся в виде тонкого слоя цист артемии на участке 300 метров, подтвердил наши предположения. Однако мы не смогли продолжить свою деятельность, так как бельгийская компания «ИНВЕ» потребовала от Правительства Туркменистана выполнения условий Концессионного Соглашения, согласно которого все действия по работе с артемией на 15 лет были предоставлены только им. Срок действия Соглашения истек 2 года назад и наша деятельность в настоящее время выполняется в соответствии с положениями законодательства страны. Туркменистан располагает десятками горько-соленых озер, которые простираются с востока на запад на 800 км. Они образовались в результате изменения направления русла реки Амударья, прежде впадавшая в Каспийское море. В настоящее время на площади 20 $км^2$ мы готовим к экспорту партию цист артемии с выклевом свыше 70% в количестве 250 тонн.

Однако производство кормов – это первый этап развития биотехнологии. Необходимо эффективно использовать их в производстве. Для этого нужно переходить на воспроизводство и выращивание креветок и рыб ценных пород, адаптированных к нашим условиям - форели, осетра, белуги. В Туркменистане имеется положительный опыт в данном направлении. На территории Туркменистана во всех водоемах и на побережье Каспийского моря встречается пресноводная креветка, завезенная в страну в пятидесятые годы из КНР. Строительство Каракумского канала перед мелиораторами поставило задачу обеспечить русло канала от заиливания и бурного роста тростника. Вселение травоядных рыб частично решило проблему. Толстолобики, белый и черный амуры успешно адаптировались в среде и свою задачу по уничтожению тростника вдоль русла канала продолжают выполнять и по сей день. Одновременно, в экспериментальном порядке поставили пресноводных креветок, которые также заполнили свою ношу в водоёмах Туркменистана. Предоставленные нами в тайские лаборатории образцы воды из Каспия показали хороший результат по выживаемости креветок в этих водах. Поэтому со следующего года мы планируем приступить к выращиванию креветок в подготовленных нами прудах. Используя рельеф местности и побережье Каспия, можно рассмотреть 3 категории прудов.

- *1 категория:* прудовое хозяйство с использованием подготовленной инфраструктуры. Каждое нефтегазовое месторождение для решения своих внутренних задач, прокладывает трубопроводы для закачки воды в нефтяные скважины. Используются они крайне нерационально, но без них невозможна безопасная добыча нефтепродуктов. Поэтому наше предложение о совместной эксплуатации объектов подачи воды принято положительно и со следующего года рядом с водохранилищами для нефтедобывающих предприятий мы будем строить пруды для выращивания креветок. Строящиеся нами пруды будут давать продукцию до трех урожаев в год за счет поставки личинок креветок авиарейсами из юго-восточной Азии.

- *2 категория:* прудовые хозяйства с использованием искусственно построенных каналов. Допускаются два вида прудов: с использованием подогретой на электростанции тепловой водой и с использованием воды, протекающей по построенным искусственным каналам, вдоль которых будут строиться пруды для креветок. Температура воды, поступающей из электростанции, доходит до 60 ºС, что позволяет выращивать креветку круглогодично. Подобные пруды необходимо будет тщательно готовить, и следить за температурным режимом. Искусственные каналы для обслуживания креветочных прудов необходимо прокладывать с учетом рельефа местности, где будут запланированы каскады прудов. Большой проблемой может стать утилизация воды, остающейся после заключения производственного цикла. Создание водоема с повышенной минерализацией из отходов воды от креветочных прудов позволит использовать их для воспроизводства артемии. Сейчас мы не знаем возможных результатов по выходу цисты из подобных водоемов, но живая артемия всегда будет находиться рядом для подкормки креветок и фильтрации воды.

- *3 категория:* прудовые хозяйства на отобранных у моря землях. В настоящее время наблюдается понижение уровня воды в Каспийском море. Пологий берег со стороны Туркменистана показывает, как Каспий отступает от своих прежних границ на десятки километров в глубину моря. Освободившаяся от воды территория, не пригодна для каких - либо сельскохозяйственных мероприятий. Предложенный нами проект строительства насыпных прудов одобрен Правительством страны и мы планируем на следующий год представить не только макеты своих прудовых хозяйств но и произведенные на них продукты труда. В настоящее время использование артемии производится в таких объёмах, что без них невозможно представить индустриальное культивирование рыб и креветок. Совместная эксплуатация раздельных прудов по выращиванию артемии и креветок позволит уменьшить затраты на воду, корма и рабочую силу.

Опыт работы фермеров Королевства Тайланд показал эффективность раздельного ведения хозяйства. Одни фермеры на своих небольших участках занимаются выведением личинок креветки и продажей их фермерам, владельцам прудовых хозяйств, расположенных, как правило, на территории более одного гектара. В отрасли появляется разделение труда, где одни выращивают личинок, другие креветок, а третьи - корма. Мы также пошли по этому пути, поставляя цисты артемии фермерам Тайланда. Мы заключили с ними договора о поставке личинок креветок в Туркменистан. Личинки благополучно переносят шестичасовой авиаперелет, а дальнейшая десятичасовая транспортировка до водоема происходит с небольшими потерями. Пока мы не выяснили причину гибели личинок, но предполагаем, что голод в течение столь длительного срока перевозки тоже влияет на них. Исследования продолжаются, но к промышленному сбору продуктов аквакультуры мы изучим возникшие проблемы. При наличии богатой кормовой базы белая тайская и тигровая креветки могут успешно адаптироваться в водоёмах Туркменистана и обеспечить хороший сбор морепродуктов, без нанесения ущерба

экосистеме. Предполагаемые к эксплуатации территории являются свободными и не представляют интереса для других форм деятельности населения страны. Использование современных биотехнологий при создании прудовых хозяйств по воспроизводству кормов (цист) и креветок позволит обеспечить эксплуатацию территории без нанесения ущерба местным условиям и окружающей среде, а также даст возможность создать рабочие места для населения. Законодательная база Туркменистана, инфраструктура предлагаемых к работе водоёмов позволяют надеяться на сотрудничество с зарубежными коллегами, которое поднимет на новый уровень исследования в изучении вопросов воспроизводства артемии, получения цист в промышленных объёмах и дальнейшего их использования в Туркменистане для выращивания молоди осетровых и частиковых видов рыб, а также различных видов креветок.

ABSTRACT. Based on the analysis of their own and literary materials considered the possibility and prospects of development of aquaculture in reservoirs of Turkmenistan. It provides information on the current state of shrimp in the waters of Turkmenistan, the possibility of its breeding, in order to collect and use their cysts when grown in artificial ponds of shrimp and fish.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО БАНКА ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ, РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ ВИДОВ РЫБ

Л.И. Цветкова, К.В. Ковалев, Н.Д. Пронина , В.А. Миленко , О.Б. Докина, В.И. Ананьев, Д.А. Балашов, Е.В. Виноградов, А.В. Рекубратский

Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства (ВНИИПРХ), п. Рыбное, Silur5@mail.ru

Криотехнологии являются одним из важных инструментов, позволяющих поддерживать генетическое разнообразие промысловых стад рыб, стабилизировать их воспроизводство и тем самым способствовать устойчивому рыболовству и развитию аквакультуры. Более того, криотехнологии позволят сформировать в низкотемпературных генных банках (НТГБ) страховые фонды генетического материала гидробионтов (гаметы, эмбрионы, ранние личинки и др.) на случаи резкого изменения климатических условий, а также техногенных и экологических катастроф.

Во Всероссийском НИИ пресноводного рыбного хозяйства сформирована генетическая коллекция криоконсервированной спермы более чем 50 видов, популяций и пород рыб. Коллекция криобанка насчитывает в настоящее время около двух с половиной тысяч образцов спермы рыб, среди которых сперма рыб, относящихся к редким и исчезающим видам и популяциям, а также производителей, полученных методами генной и хромосомной инженерии. Низкотемпературный генетический банк спермы рыб ВНИИПРХ по разнообразию сохраняемых в нем образцов спермы является наиболее крупным в стране и в мире, аналогичные криобанки и криохранилища имеются и в других странах (Норвегия, США, Украина, Канада и др.).

Часть коллекции представляет собой образцы спермы промысловых видов рыб, являющихся объектами аквакультуры, которые в настоящее время далеки от исчезновения, но представляют особую хозяйственную ценность, и их генетическое разнообразие необходимо сохранить в наиболее полном виде. Особую ценность коллекции составляет криоконсервированная сперма осетровых видов, состояние естественных популяций которых перешло критическую черту и в настоящее время является катастрофическим. В криобанке ВНИИПРХ находятся образцы, заложенные на хранение около 20 лет назад от производителей осетровых, пойманных в естественных водоёмах, когда генетическое разнообразие их популяций было ещё благополучным.

Разработанные во ВНИИПРХ технологические приемы и правила получения спермы у рыб, оценка качества спермы, криопротективные среды, режимы и требования к замораживанию спермы, условия ее оттаивания позволят хранить половые продукты в жидком азоте длительное время и обеспечить сохранность

живыми после дефростации более 50% сперматозоидов. Оплодотворение икры размороженной спермой карпа достигает 70-80%, осетровых 50-70% (Цветкова и др. 2001)

Создание отраслевого низкотемпературного генетического банка (НТГБ) коллективного пользования на базе криобанка рыб ВНИИПРХ позволит решить следующие задачи:

- сохранение редких видов, находящихся под угрозой исчезновения;
- сохранение генетического разнообразия популяций и видов рыб;
- в многолетней аквакультуре введение генов от диких представителей данного вида с целью поддержания его генетической гетерогенности;
- криоконсервация спермы от элитных особей – в селекционно-генетических работах для выведения новых пород и усиления признаков, наиболее ценных в хозяйственном отношении (плодовитость, скорость воспроизводства, скорость накопления биомассы, устойчивость к заболеваниям);
- возможность воссоздания исчезнувшего в природе вида с использованием промежуточного этапа межвидовой гибридизации или диспермного андрогенеза;
- сохранение стандарта породы;
- обмен замороженной спермой между рыборазводными заводами, увеличение количества самцов, участвующих в воспроизводстве за счет спермы, замороженной в прошлые годы;
- генетическая сертификация рыб по уровню ДНК для определения генетической структуры вида;
- получение потомств при отсутствии зрелых самцов.

Для решения поставленных задач в перспективе необходимо создать сеть криобанков, способных обеспечить проведение необходимых НИР и накопление криоконсервированного материала генофонда редких и исчезающих видов гидробионтов и объектов аква- и марикультуры.

Возникает вопрос, каким образом могут быть восстановлены генотипы, сохранившиеся в криоконсервированных спермиях? Очевидно, что прямой путь, т.е. осеменение размороженной спермой яйцеклеток, полученных от самок из живой коллекции, далеко не всегда может привести к желаемому результату.

Дело в том, что генофонд доместицированных стад быстро претерпевает изменения по сравнению с генофондом исходной естественной популяции вследствие приспособления рыб к новым необычным условиям содержания, бессознательного отбора и невозможности обеспечить достаточную репродуктивную численность стада. Показано быстрое изменение характера биохимического полиморфизма и морфологической изменчивости у стерляди из стад различного происхождения при содержании их в коллекционном хозяйстве (Чмырь, 2003).

Кроме того, при выращивании в искусственных условиях трудно сохранить сложную популяционную и внутрипопуляционную структуру многих видов, например, у осетровых. Возможна также ситуация, когда утрачены не только

отдельные популяции или культурные группы (породы, расы и т.д.), но и весь вид в целом. И единственное, что от такого вида осталось – криоконсервированная сперма.

Во всех вышеперечисленных случаях осеменение сохраненной спермой яйцеклеток одомашненных рыб фактически означает гибридизацию, а не восстановление генотипов данной группы рыб.

Решить эту проблему можно с помощью метода индуцированного андрогенеза. Индуцированный андрогенез является методом получения организмов, развитие которых происходит под контролем мужских хромосом без участия материнской ядерной наследственности. Для получения диплоидного андрогенеза необходимо инактивировать ядро яйцеклетки и вызвать удвоение мужского хромосомного комплекса. Инактивация ядер яйцеклеток обычно достигается с помощью их облучения (УФ- или ионозирующим излучением) в высоких дозах. Диплоидизация мужских хромосом может быть получена либо за счет блокирования у андрогенетических зародышей первого деления дробления, либо за счет слияния ядер спермиев при полиспермном оплодотворении. При гетероспермном оплодотворении использование андрогенеза ведет к получению андрогенетических ядерно-цитоплазматических гибридов (межвидовой андрогенез).

Помимо использования андрогенеза в качестве инструмента для решения ряда важнейших теоретических вопросов генетики и биологии развития, в последние годы метод привлекает все большее внимание в связи с проблемой сохранения биоразнообразия. С помощью межвидового андрогенеза, используя криоконсервированную сперму исчезающего вида и яйцеклетки доступного вида, можно было бы восстанавливать представителей редких и даже полностью исчезнувших видов (Veprintsev, Rott, 1979; Corley-Smith, Brandhorst, 1999; Грунина, Рекубратский, 2005; Grunina et al., 2006).

Диплоидизация хромосомного набора яйцеклеток при андрогенетическом воспроизводстве, позволяющем восстанавливать генотипы рыб из генетического материала криоконсервированных спермиев, может достигаться различными путями. Далее будут описаны схемы восстановления генотипов у рыб с полиспермным и моноспермным типом оплодотворения. Общее требование при восстановлении генотипов из генетического материала спермиев должно заключаться в том, что уровень гетерозиготности в восстанавливаемом потомстве должен соответствовать гетерозиготности у обычного потомства.

Моноспермное оплодотворение. Митотический андрогенез.

Митотический андрогенез целесообразно использовать у рыб с мужской гетерогаметностью, в этом случае возможно получение двуполого потомства с нормальным уровнем генетической изменчивости. Схема митотического андрогенеза приведена на рисунке 1.

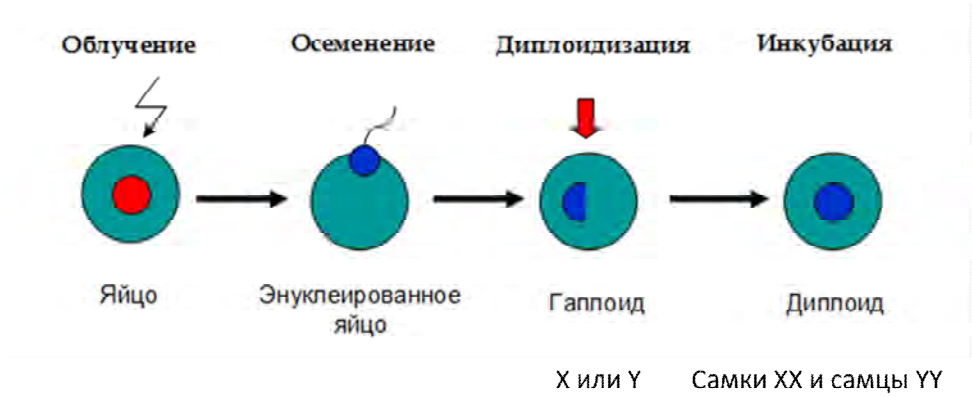


Рисунок 1 – **Митотический андрогенез у рыб с мужской гетерогаметностью**

На первом этапе, используя криоконсервированную сперму, получают андрогенетическое потомство, диплоидный статус которого восстанавливают с помощью подавления у андрогенетических гаплоидов первого деления дробления. Диплоидное андрогенетическое потомство представлено гомозиготными по всем генам самками XX и суперсамцами YY. Потомство выращивают до половой зрелости.

На втором этапе яйцеклетки достигших половой зрелости андрогенетических самок оплодотворяют криоконсервированной спермой самцов восстанавливаемой группы, однако используют сперму от самцов, не участвовавших в получении андрогенеза. В результате такого двухэтапного воспроизводства можно получить бисексуальное потомство, уровень генетической изменчивости которого будет определяться изменчивостью выборки самцов-доноров замороженной спермы.

Диспермный андрогенез. Осетровые рыбы.

Все рыбы, за исключением акул, обладают физиологической моноспермией: в норме в яйцеклетку проникает только один спермий, в этой связи в цитоплазме яйцеклеток не имеется механизмов, блокирующих сверхчисленные мужские пронуклеусы.

Однако осетровые, по-видимому, в силу своего древнего происхождения, стоят особняком: являясь физиологически моноспермными, они в то же время продуцируют яйцеклетки с несколькими микропиле. Поэтому достаточно часто можно наблюдать полиспермное оплодотворение яйцеклеток осетровых рыб. Сверхчисленные мужские пронуклеусы при этом не блокируются, и они могут включаться в развитие (Гинзбург, 1968).

На этом свойстве осетровых рыб основан метод диспермного андрогенеза, разработанный в совместных исследованиях ИБР РАН и ВНИИПРХ (Grunina et al., 1995; Recoubratsky et al., 1996; Grunina et al., 1999; Рекубратский и др., 1998).

При диспермном андрогенезе диплоидный статус андрогенетических особей достигается за счет объединения хромосомных наборов двух спермиев. Схема диспермного андрогенеза у осетровых представлена на рисунке 2.

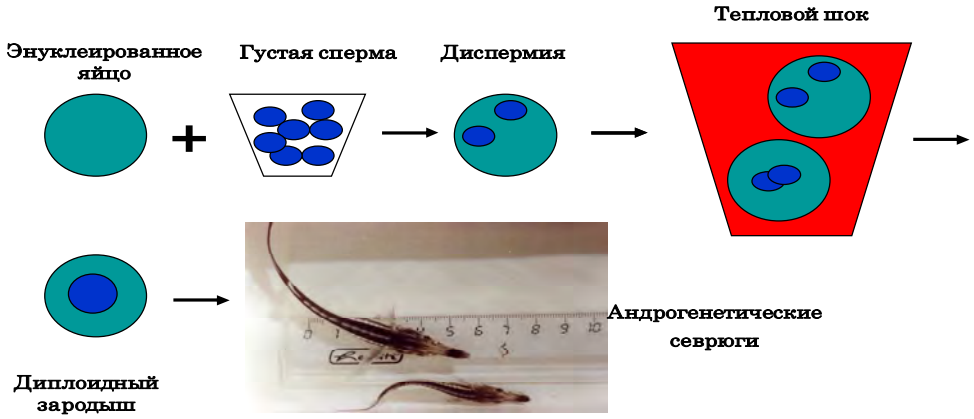


Рисунок 2 – **Диспермный андрогенез у осетровых рыб**

Метод диспермного андрогенеза у осетровых рыб, включает следующие этапы: (1) генетическая инактивация хромосомного аппарата яйцеклеток с помощью рентгеновского или γ-облучения; (2) использование для осеменения облученных яйцеклеток концентрированной спермы, что вызывает их полиспермное оплодотворение; (3) применение к эмбрионам на ранних стадиях развития теплового шока, что способствует слиянию мужских пронуклеусов. С помощью этого метода был получен внутривидовой диспермный андрогенез у сибирского, персидского и русского осетров, севрюги и белуги (Grunina et al., 1995; Recoubratsky et al., 1996; Grunina et al., 2002).

Диспермный андрогенез. Склеивание спермиев перед оплодотворением яйцеклеток моноспермных видов рыб.

За исключением осетровых, яйцеклетки других видов моноспермных рыб имеют только одно микропиле и в норме туда проникает единственный спермий. Для таких случаев разработан метод диспермного андрогенеза, где полиспермное осеменение достигается за счет предварительного склеивания спермиев. В качестве склеивающего агента используют или полиэтиленгликоль, или, реже, хлористый кальций.

К настоящему времени за счет склеивания спермиев диспермный андрогенез получен из лососевых у форели (Araki et al., 1995), симы (Nagoya et al., 2010), из карповых у барбусов (Kirankumar, Pandian, 2004), и из характиновых у тетры (Clifton, Pandian, 2008).

Слабым местом метода является то, что выход андрогенетических диплоидов во всех работах оказался очень низким, гораздо ниже, чем в опытах по митотическому андрогенезу, несмотря на то, что в последнем случае к эмбрионам применяется тепловой шок, а потомство состоит из полных гомозигот, что отрицательно влияет на их жизнеспособность. Очевидно, что частота успешного слияния хромосомных наборов двух или трех спермиев невелика.

Интересно было бы попробовать увеличить выход диплоидных особей с помощью теплового шока. Дело в том, что после образования в цитоплазме яйцеклеток мужских пронуклеусов вокруг них из микротрубочек формируются так называемые семенные звезды, которые препятствуют объединению пронуклеусов. Тепловой шок, примененный к эмбрионам в первые минуты после осеменения, разрушает микротрубочки семенных звезд и значительно увеличивает частоту слияния пронуклеусов. Эффективность этой процедуры была показана нами в исследованиях по диспермному андрогенезу осетровых рыб (Грунина, Рекубратский, 2005).

Получение андрогенетических гибридов. Преодоление ядерно-цитоплазматической несовместимости.

Выше рассмотрены случаи получения андрогенеза с использованием яйцеклеток своего вида. Однако возможна ситуация, когда вид вымер, и единственное, что от него осталось – криоконсервированная сперма. В этом случае для получения андрогенеза придется использовать яйцеклетки другого вида, т.е. получать андрогенетических гибридов.

Очень часто, однако, андрогенетические гибриды оказываются нежизнеспособными, погибая на ранних стадиях развития (May et al., 1988; Грунина и др., 1991; Myers et al., 1995; Рекубратский и др., 1998). Причем нежизнеспособными могут быть андрогенетические гибриды даже в том случае, если виды, используемые для их получения, достаточно близки, как это показано для внутриродовых гибридов у гольцов (May et al., 1988), тиляпий (Myers et al., 1995), и осетров (Рекубратский и др., 1998).

При создании андрогенетических гибридов мужское ядро попадает в яйцеклетку, принадлежащую другому виду. В этом случае взаимодействие между чужеродными ядром и цитоплазмой часто нарушается (ядерно-цитоплазматическая несовместимость (Нейфах, Радзиевская, 1967; Neyfakh, 1999)), что, по-видимому, и является основной причиной гибели андрогенетических гибридов (Grunina, Neyfakh, 1997). Лишь некоторые комбинации видов могут быть совместимы (Рекубратский и др., 1998; Bercsényi et al., 1998; Recoubratsky et al., 2001). Таким образом, вопрос о возможности преодоления ядерно-цитоплазматической несовместимости является ключевым для решения проблемы воссоздания видов с помощью метода индуцированного андрогенеза.

Мы предположили, что преодолеть ядерно-цитоплазматическую несовместимость можно с помощью следующего метода (Рекубратский, Грунина, 2001).

Пусть требуется получить рыб вида «А», яйцеклетки которого недоступны,

а спермии имеются. В этом случае необходимо воспользоваться яйцеклетками другого вида, «В».

1. С использованием яйцеклеток В и спермиев А в обычном скрещивании получают истинных гибридов АВ;

2. Гибридов АВ выращивают до половой зрелости и затем отбирают фертильных самок;

3. Энуклеированные яйцеклетки гибридных самок АВ и спермии А используются для получения андрогенетических гибридов. Отцовское ядро А, попав в гибридную яйцеклетку АВ, окажется в окружении цитоплазмы, половина белков которой синтезирована на матрицах собственного вида. Фактически, эта ситуация «с точностью до наоборот» отображает ту, которая возникает у обычных гибридов. Можно ожидать поэтому, что полученные описанным выше образом андрогенетические гибриды будут жизнеспособны.

Данный способ был проверен на модели, включающей карпа в качестве вида, подлежащего восстановлению из генетического материала спермиев, и карася в качестве вида –донора яйцеклеток (рисунок 3).

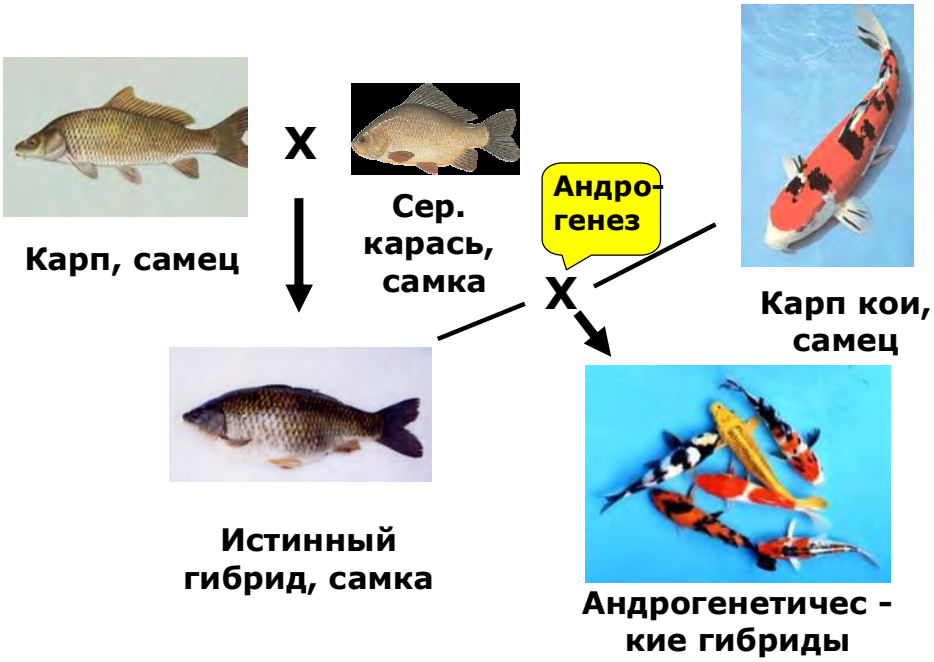


Рисунок 3 - **Преодоление ядерно-цитоплазматической несовместимости у андрогенетических гибридов**

Андрогенетическое потомство, полученное с использованием яйцеклеток гибридов серебряного карася и карпа и спермиев карпа, оказалось жизнеспособным и плодовитым (Рекубратский, Грунина, 2001). Предложенный нами метод преодоления ядерно-цитоплазматической несовместимости у андрогенетических гибридов может быть применен для воссоздания редких и исчезающих видов рыб в тех случаях, когда спермии этого вида сохранились, а яйцеклетки недоступны. Подобная ситуация воспроизведена нами в модельных опытах на карповых рыбах, карпе и серебряном карасе. Эти виды принадлежат к разным родам и далеки друг от друга настолько, что у их истинных гибридов наблюдаются существенные отклонения в процессе созревания (самцы стерильны, а самки ограниченно плодовиты и продуцируют нередуцированные гаметы).

Представленный обзор убедительно показывает, что сохраненная с помощью криоконсервации сперма может обеспечить полноценное восстановление утраченной популяции, породы или даже вида. Под полноценным в данном случае имеется в виду то, что восстанавливаемое потомство будет двуполым и будет иметь уровень генетической изменчивости, сопоставимый с таковой у группы особей – доноров спермы.

Однако актуальным представляется провести ряд дополнительных исследований, расширяющих наши знания данной проблемы. Их выполнение даст надежный инструмент для решения задач по восстановлению генотипов рыб из генетического материала спермиев. Такой инструмент необходимо иметь на вооружении криобанку генетических ресурсов.

Литература

Гинзбург А.С. Оплодотворение у рыб и проблема полиспермии. М., Наука, 1968. 357 с.

Грунина А.С., Гомельский Б.И., Нейфах А.А. Получение андрогенетических диплоидных гибридов между карпом и серебряным карасем // Генетика. 1991. Т. 27. № 9. С. 1612-1616.

Грунина А.С., Рекубратский А.В. Индуцированный андрогенез у рыб: получение жизнеспособных ядерно-цитоплазматических гибридов. Онтогенез. 2005. Т. 36. № 4. С. 254-264.

Нейфах А.А., Радзиевская В.В. О морфогенетической функции ядер у простых и андрогенетических гибридов золотая рыбка х вьюн (Carassius auratus x Misgurnus fossilis) // Генетика. 1967. № 12. С. 80-88.

Рекубратский А.В., Грунина А.С., Мюге Н.С., Нейфах А.А. Получение андрогенетических ядерно-цитоплазматических гибридов у осетровых рыб // Онтогенез. 1998. Т. 29. № 4. С. 394-400.

Рекубратский А.В., Грунина А.С. Ядерно-цитоплазматическая несовместимость у андрогенетических гибридов рыб может быть преодолена// Онтогенез. 2001. Т. 32. N 5. С. 360-366.

Цветкова Л.И., Докина О.Б., Пронина Н.Д., Миленко В.А. Технология криоконсервации и хранения в низкотемпературном банке спермы рыб // Сб. науч.-технол. и метод. документации по аквакультуре. – М.: Изд-во ВНИРО, 2001. – С. 152-158.

Чмырь Ю.Н. Биологические основы формирования гетерогенного маточного стада стерляди в бассейне реки Кубань: Автореф. дис. на соискание уч. степени кандидата биол. наук: 03.00.10/ Ю.Н. Чмырь; ОВППР КрасНИИРХ,- 2002. 23 с.

Araki K, Shinma H, Nagoya H, Nakayama I, Onozato H (1995). Androgenetic diploids of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). produced by fused sperm. Can J Fish Aquat Sci 52:892–896

Bercsényi, M., Magyary, I., Urbányi, M., Orbán, L., Horváth L. Hatching out goldfish from common carp eggs: interspecific androgenesis between two cyprinid species // Genome, 1998, 41(4): 573-579

Clifton J., Pandian T. 2008.Dispermic Induction of inter-specific androgenesis in the fish Buenos aires tetra using surrogate eggs of widow tetra/ CURRENT SCIENCE, VOL. 95, NO. 1, 10 JULY 2008. 64-74.

Corley-Smith G.E,; Brandhorst B.P. Preservation of endangered species and populations: a role for genome banking, somatic cell cloning, and androgenesis?// Mol. Reprod. Develop. 1999. V. 53, 363-367.

Grunina A.S., Recoubratsky A.V., Tsvetkova L.I., Barmintsev V.A. Investigation on dispermic androgenesis in sturgeon fish. The first successful production of androgenetic sturgeons with cryopreserved sperm. Int. Journal of Refrigeration. 2006, V. 29, N. 3, p. 379-386.

Grunina, A.S., Neyfakh, A.A. Induced Diploid Androgenesis // Physiol. Gen. Biol. Rev., 1997. V. 12. P. 73-103.

Grunina, A.S., Recoubratsky, A.V., Neyfakh, A.A. Induced diploid androgenesis in sturgeons // The Sturgeon Quart. 1995. V. 3 N. 3: P. 6-7.

Grunina A.S., Recoubratsky A.V., Barmintsev V.A., Chudinov O.S., Abramova A.B., Chebanov M.S. 2002. Dispermic androgenesis: An approach allowing reconstitution of sturgeons alive from spermatozoa via creation of nucleocytoplasmic hybrids// Technical Compendium to the Proceedings of the 4 th International Symposium on Sturgeon, (Harald Rosenthal, Carol Battenfeld, Ronald M. Bruch and Fred P. Binkowski, Eds.). Oshkosh, Wisconsin, USA.

Grunina A.S., Recoubratsky A.V., Minin A.A., Neyfakh A.A. Dispermic androgenesis in sturgeons. J. Appl. Ichthyol. 1999. V. 15. P. 313.

Kirankumar S., Pandian T.J. Interspecific androgenetic restoration of rosy barb using cadaveric sperm// Genome. 2004. Vol. 47. P. 66–73

May, B., Henkley, K. J., Krueger, C. C., Gloss, S. P. Androgenesis as a mechanism for chromosome set manipulation in brook trout (Salvelinus fontinalis) // Aquaculture. 1988. V. 75. P. 57-70.

Myers, J.M., Penman, D.J., Rana, K.J., Bromage, N., Powell, S.F., McAndrew, B.J. Application of induced androgenesis with tilapia. Aquaculture // 1995. V. 137. P. 150.

Nagoya, H., Kawamura K., Ohta H. Production of androgenetic amago salmon

Oncorhynchus masouishikawae with dispermy fertilization. Fish Sci. 2010 76:305–313

Neyfakh A.A. Nucleo-cytoplasmic incompatibility of androgenetic hybrids in sturgeons// J. Appl. Ichthyol. 1999. V. 15(4-5). P. 318-319.

Recoubratsky, A.V, Grunina, A.S., Barmintsev, V.A., Chudinov, O.S., Abramova, A.B. 2001. RAPD-PCR evidence of dispermic origin of diploid androgenetic sturgeons. In: 4th International Symposium on Sturgeons. Extended Abstracts. Oshkosh, USA

Recoubratsky, A.V., Grunina, A.S., Minin, A.V., Duma, L.N., Neyfakh, A.A. Dispermic androgenesis in Acipenser stellatus // Sturgeon Quart. 1996. V. 4. N.4. P. 12-14.

Veprintsev, B.N., Rott, N.N. Conserving genetic resources of animal species // Nature. 1979. V. 280. P. 633-634.

ABSTRACT. A number of technologies for fish sperm cryopreservation have been developed by the VNIIPRKh laboratory of cryobiology. These technologies guarantee a high level of sperm preservation and fertilizing capacity after thawing. The big work on making of a cryobank collection is carried out. At present, it includes about 2500 samples of sperm and tissue from more than 50 species, breeds and populations of sturgeons, carps, and salmonid fishes.

Promising approaches to realize inheritance from cryopreserved sperms have been also elaborated. The main of these approaches is induced androgenesis. Diploid androgenesis allows bisexual progeny with normal level of genetic variability to be restored by dispermic fertilization.

КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ МОЛОДИ ПОЛУПРОХОДНЫХ И РЕЧНЫХ РЫБ НА НЕРЕСТИЛИЩАХ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ДЕЛЬТЫ Р. ВОЛГИ ПО ОКОНЧАНИИ ПОЛОВОДЬЯ В 2010-2015 гг.

Н.И. Чавычалова, Д.Г. Тарадина
Каспийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (КаспНИРХ), Астрахань, chavychalova@bk.ru

Подавляющее большинство полупроходных (вобла, лещ, сазан) и туводных (красноперка, густера, карась, синец и др.) рыб размножается во временно заливаемых полойных водоемах, образующихся в период весеннего половодья в дельте р. Волги и Волго-Ахтубинской пойме.

С подъемом уровня воды в водотоках дельты происходит заливание прилегающих к ним участков суши, в первую очередь, с пониженными отметками рельефа, то есть образуются полои, которые служат в качестве биотопов для нереста рыб и последующего нагула их молоди до достижения жизнестойких мальковых этапов развития, когда у рыб уже сформированы жизненно важные органы и чешуйчатый покров. Поэтому режим обводнения полоев играет большую роль в воспроизводстве полупроходных и речных рыб.

Зарегулирование стока, антропогенное воздействие на экосистему низовьев р. Волги (строительство дамб, дорог, туристических баз на прирусловых участках и др.), увеличившееся водопотребление для нужд сельского хозяйства и промышленности негативно отразилось на условиях воспроизводства промысловых рыб. Изменилось межсезонное распределение стока р. Волги, уменьшился объем половодья, сократилась его продолжительность, резко возросли скорости подъема и спада полых вод (Чавычалова, 2013).

Снижение объема проводимых мелиоративных работ на рыбоходных каналах, нерестилищах, крупных и мелких подводящих водотоках привело к ухудшению мелиоративного состояния нерестовых массивов, на которых отмечается разрушение коллекторных сооружений, зарастаемость высшей водной растительностью, заиливание, обмеление, что даже в благоприятные по водности годы (2013 г.) затрудняет не только поступление воды на нерестилища и заход на них производителей, но также препятствует своевременному скату молоди с полоев в реки.

В результате по окончании половодья на участках нерестилищ с пониженным рельефом, и потерявших связь с водотоком, образуются остаточные отшнурованные водоемы, площадь которых, иногда, достигает 100 м^2 и более (рис. 1).

Рисунок 1 – **Водоем, потерявший связь с водотоком**

В таких водоемах остается молодь, среди которой встречаются поздние личинки (этап Е) порционно- и поздненерестующих видов рыб (густера, карась серебряный, красноперка) и ранние мальки (рис. 2).

А Б

Рисунок 2 - **Облов отшнурованного водоема на нерестовом массиве (А) и выловленная молодь рыб (Б)**

Более глубокие водоемы остаются с водой до осени, но неудовлетворительное мелиоративное состояние спускных каналов и сильная зарастаемость полоев не позволяют осуществлять полный спуск воды и приводят к задержке молоди в остаточных водоемах (рис. 3).

А Б

Рисунок 3 – **Обследование водоема, оставшегося по окончании половодья (А) и выловленная в нем молодь рыб (Б)**

По мере обсыхания отшнурованных водоемов, оставшаяся в них молодь рыб образует плотные концентрации и становится добычей птиц и лягушек, или погибает (рис. 4).

А Б

Рисунок 4 – **Остаточный обсыхающий участок нерестилища (А) и погибшая молодь рыб (Б)**

Лишь на некоторых глубоких замкнутых участках нерестилищ, отшнурованых ериков и каналов молодь зимует, но ее остается очень мало. Кроме того, в ограниченных по кормовым ресурсам остаточных водоемах эта молодь отличается значительно худшими темпами роста и размерно-весовыми характеристиками, что в дальнейшем сказывается на ее выживаемости.

В общей сложности уже в третьей декаде июня площадь отшнурованных остаточных водоемов составляет от 2 до 10% от всей заливаемой площади. Количество их в многоводные годы обычно больше, чем в маловодные. В период

с 2010 по 2015 гг. только в 2013 г. объем стока р. Волги за II кв. и период пребывания молоди в полоях соответствовали многоводному году и были благоприятны для воспроизводства рыб. Остальные годы характеризовались как маловодные (табл. 1).

Таблица 1 – **Характеристика половодья и период нагула молоди в полоях в 2010-2015 гг.**

Годы	Объем стока р. Волги за II кв., км^3	Начало половодья	Окончание половодья, сутки	Продолжительность половодья, сутки	Продолжительность нагула молоди в полоях, сутки
2010	91,0	3,05	17,06	46	30
2011	77,2	1,05	7,06	38	17
2012	98,4	2,05	19,06	49	38
2013	125,4	7,04	3,07	88	48
2014	86,0	29,04	7,06	40	21
2015	65,4	10,05	9,06	31	17

Видовой состав молоди в остаточных водоемах после окончания половодья

Видовые отличия в выживании молоди рыб определены особенностями покатной миграции. Например, для леща, чувствительного к падению уровней воды, характерен быстрый скат с водоемов, что обеспечивает его высокое выживание. Менее чувствительный сазан длительно задерживается на мелководье, где его интенсивно поедают многочисленные ихтиофаги. В результате данной экологической особенности миграции его выживаемость сокращается в 5-6 раз (Васильченко, 2005).

В остаточных водоемах восточного района дельты р. Волги в период с 2010 по 2015 гг. отмечено присутствие 13 видов рыб, но по отдельным годам их количество колебалось соответственно от 8 до 10 видов.

Молодь воблы обычно уходит с нерестилищ одной из первых (Алексеева, 1950). После окончания половодья в 2010 г., в результате более продолжительного периода нереста (32 суток – в 1,3 раза больше среднемноголетнего), доля ее в остаточных водоемах была наиболее высокой - 38,2%. В 2011 г., в условиях стремительного спада половодья, когда молодь воблы интенсивно выносилась с полоев с водой, отмечалось ее снижение до 2,1%. Сходная картина наблюдалась и в 2012 г. В многоводном 2013 г., когда отмечалось обводнение всех нерестовых угодий полупроходных и речных рыб и условия для нагула молоди были благоприятные, доля воблы в остаточных водоемах увеличилась до 14,2%. В маловодном 2014 г. значение ее составило 9,2%, в экстремально-маловодном 2015 г., в связи с задержкой обводнения полоев и поздними сроками нереста в них воблы, доля оставшейся молоди (6,0%) была выше, чем в близком по водности 2011 г. (табл. 2).

Таблица 2 - **Видовой состав молоди после окончания половодья в остаточных водоемах восточной части дельты Волги, %**

Виды рыб	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Вобла	38,2	2,1	1,9	14,2	9,2	6,0
Лещ	8,5	7,0	0,5	2,2	10,5	3,0
Сазан	0,1	0	0,9	4,4	0,1	2,3
Щука	2,6	0,6	0,4	0	0,1	0,2
Густера	6,1	18,8	9,8	33,2	61,2	43,1
Карась	34,0	5,3	40,9	17,7	8,1	37,8
Красноперка	8,9	65,1	40,3	17,7	7,8	5,2
Окунь	0,1	0,2	0	0	0	0,1
Синец	0	0	0	0,4	0	0
Жерех	0	0	0	0	0	0
Уклейка	1,3	0,9	5,3	9,3	2,4	2,3
Щиповка, бычки	0,2	0	0	0,9	0,6	0
Итого	100	100	100	100	100	100

Лещ в полоях нерестится позже, чем вобла (Танасийчук, 1958; Чавычалова, 2014), поэтому его размножение проходит в более благоприятных условиях. Но при этом коротким оказывается его пребывание в полоях. В восточном районе дельты максимальное значение молоди леща в остаточных водоемах отмечалось в 2014 г. (10,5%), относительно высокое - в 2010 и 2011 гг. (8,5 и 7,0%), низкое - в 2012, 2013 и 2015 гг. (табл. 1).

Наибольшая доля молоди сазана была в многоводном 2013 г. - 4,4%. Из рассматриваемых маловодных лет, в 2011 г. вся она уже скатилась в реку, в 2010 и 2014 гг. ее доля в видовом соотношении рыб не превышала 0,1%, в 2012 г. увеличилась до 0,9%, в 2015 г. - до 2,3%.

Нерест щуки в полоях незначительный, происходит он в начале их залития. В основном ее молодь заносится из прибрежья водотоков с током воды. После окончания половодья в отшнурованных водоемах остается жизнестойкая молодь, оказавшаяся в очень хороших кормовых условиях.

Максимальный процент молоди щуки в полоях был в 2010 г. – 2,6%, в последующие 2011 и 2012 гг. он снизился до 0,6 и 0,4%. В 2013 г. вся ее молодь скатилась в реку. В остаточных водоемах в 2014 и 2015 гг. доля ее была минимальной – 0,1 и 0,2%.

Из прочих пресноводных видов в отшнурованных водоемах в 2010-2015 гг. преобладала молодь густеры, карася и красноперки (табл. 2).

Доля густеры колебалась от 6,1 (2010 г.) до 61,2% (2014 г.), карася - от 5,3 (2011 г.) до 40,9% (2012 г.), красноперки - от 5,2 (2015 г.) до 65,1% (2011 г.).

Из сорных видов преобладала уклейка, наибольший процент ее молоди отмечался в 2013 г. (9,3%).

Этапы развития молоди в остаточных водоемах по окончании половодья

Период нагула молоди в полоях и развития ее до жизнестойких этапов (F и G), когда сформированы все необходимые для жизнедеятельности органы и чешуйный покров, должен составлять не менее 50 суток. Из шести рассматриваемых лет, только в 2013 г. он был близок к этому (48 суток), в остальные годы варьировал от 17 (2011 и 2015 гг.) до 38 суток.

После окончания половодья большинство молоди воблы в водоемах восточной части дельты в 2010-2014 гг. перешло на жизнестойкие этапы развития F и G, однако доля такой молоди в 2014 г. была меньше, чем в другие годы. В 2015 г., в условиях позднего нереста и короткого периода нагула, жизнестойких покатных этапов достигло всего 8,3% молоди этого вида. В 2013 г. она вся была на покатных этапах развития (табл. 3).

Таблица 3 – **Доля молоди рыб, находившейся на жизнестойких этапах развития (F и G), после окончания половодья в остаточных водоемах восточной части дельты, %**

Годы	Вобла		Лещ		Сазан		Густера		Карась		Красноперка	
	F	G	F	G	F	G	F	G	F	G	F	G
2010	4,3	94,2	20,5	0	0	100	26,9	3,9	0,7	99,3	13,2	75,0
2011	0	97,2	5,4	84,6	0	0	14,0	11,9	4,3	95,7	64,1	7,1
2012	0	100	66,7	33,3	0	100	19,5	80,5	0,2	99,6	18,2	24,9
2013	6,2	93,8	20,0	40,0	0	100	33,3	61,4	16,3	71,7	17,5	57,5
2014	28,9	49,5	54,7	30,6	0	100	12,3	70,0	6,1	86,4	21,2	24,1
2015	8,3	0	0	0	42,9	57,1	8,2	0,2	35,5	44,3	21,0	11,3

Нерест леща в 2010-2015 гг. проходил в более поздние сроки, чем воблы, поэтому, в остаточных водоемах доля его молоди старшей возрастной группы (ранние мальки) была меньше. В 2010 г. только 20,5% молоди достигло этапа F, в 2015 г. – вся она оставалась на ранних этапах развития (табл. 3).

Молодь сазана вся была на жизнестойких этапах развития, но в 2015 г., в связи с задержкой залития полоев и нереста производителей, ранние мальки (G) составляли около 60%.

Густера – речная рыба с порционным икрометанием. Самый низкий процент ее жизнестойкой молоди в остаточных водоемах дельты отмечался в крайне неблагоприятном для воспроизводства рыб 2015 г. (8,4%), возможно это связано с тем, что основной ее нерест проходил в прибрежье водотоков, там же нагуливалась ее молодь или сносилась в култучную часть дельты.

Карась в последние годы нерестится одновременно с воблой, или несколько раньше. Нерест порционный, но, в отличие от сазана, интервал между

икрометаниями небольшой. Поэтому, в остаточных водоемах наблюдалась, в основном, жизнестойкая молодь.

Красноперка характеризуется более поздним порционным нерестом. Как и у густеры, наименьшая доля ее молоди, находившейся на жизнестойких этапах развития, отмечалась в 2015 г. (табл. 3).

Качественные характеристики (длина и масса) молоди (особенно воблы и леща) в полоях зависят от многих факторов, в том числе, от режима и продолжительности их обводнения, определяющих период нагула молоди в благоприятных полойных условиях и сроки ее покатной миграции в реки. Состояние нерестилищ, степень их зарастания высшей водной растительностью также влияют на результативность естественного воспроизводства. Наиболее весомым фактором в процессе роста молоди является состояние кормовой базы на отдельных полоях и уровень пищевой конкуренции (Поляков, 1975; Жукинский, 1986; Чавычалова и др., 2010).

Но, если в полоях обычно удается выявить связь размерно-весовых показателей молоди с кормовой базой или другими факторами, то после окончания половодья в остаточных водоемах такие зависимости не прослеживаются.

После окончания половодья на отшнурованных от основных водотоков обводненных участках нерестилищ, в основном, остается молодь, не достигшая покатных этапов развития, поздненерестующих рыб, молодь рыб, которая, в силу своих экологических особенностей (сазана и карася), задерживается в полоях, а также не сумевшая скатиться, из-за неудовлетворительного мелиоративного состояния спускных каналов и коллекторной сети.

В крайне неблагоприятном по водности 2015 г. качественные характеристики молоди основных промысловых видов рыб (воблы, леща, сазана и др.) за рассматриваемый период лет были самыми низкими, как к завершению половодья, так и в остаточных водоемах после его окончания (табл. 4, 5).

Таблица 4 – **Длина и масса молоди основных видов рыб в полоях восточной части дельты Волги к окончанию половодья**

Виды рыб	Длина, мм						Масса, мг					
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Вобла	16,8	12,2	15,6	18,4	15,9	11,2	81,2	28,3	70,1	126,3	78,6	17,9
Лещ	16,0	11,4	13,9	18,2	14,5	10,5	55,9	16,5	40,0	91,6	41,4	13,4
Сазан	22,9	13,0	24,3	14,0	22,5	-	482,9	68,7	534,1	76,0	453,4	-
Густера	12,0	10,0	11,8	13,0	11,0	10,2	23,6	12,3	24,0	35,9	19,0	8,5
Карась	16,7	11,7	15,6	21,5	14,5	12,1	177,2	47,5	159,9	374,0	114,4	45,7
Красноперка	8,8	8,3	10,5	11,0	9,5	8,4	10,6	5,3	16,3	22,3	11,2	6,7

Длина и масса молоди рыб, оставшейся в отшнурованных водоемах на нерестилищах после окончании половодья, значительно увеличились: масса у воблы и леща – в 13 и 5 раз (2011 г.), сазана – от 4 до 38 раз (2013 г.), густеры – от 2,5 до 4,8 раза (2012 г.). Молодь рыб могла бы достичь таких показателей в полоях при благоприятных условиях половодья и нагула, которые бы обеспечили высокую выживаемость ее до сеголеток (табл. 5).

Таблица 5 – **Длина и масса молоди основных видов рыб в остаточных водоемах восточной части дельты Волги после окончания половодья**

Виды рыб	Длина, мм						Масса, мг					
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Вобла	21,6	26,8	27,3	22,0	17,6	12,4	164,7	396,9	443,1	236,3	109,5	30,9
Лещ	14,9	17,7	19,0	16,8	18,3	13,0	56,4	78,7	140,0	50,0	108,9	31,4
Сазан	25,3	-	28,0	41,5	40,6	19,3	676,7	-	820,0	2911,0	2006,0	373,6
Густера	14,1	13,1	18,1	16,8	16,1	11,8	57,7	41,6	115,5	85,8	89,5	21,9
Карась	20,7	20,5	27,8	22,9	21,5	16,2	420,3	312,9	812,7	590,0	250,4	151,2
Красноперка	16,3	15,1	13,9	16,8	14,4	12,2	81,2	51,2	56,8	150,4	61,4	34,5

Таким образом, объем, продолжительность половодья р. Волги, сроки нереста, длительность пребывания молоди рыб в полоях и мелиоративное состояние водоемов обуславливают количественный и качественный состав молоди рыб в отшнурованных остаточных водоемах на нерестовых массивах после окончания половодья.

В исследованных остаточных водоемах восточного района дельты р. Волги в период с 2010 по 2015 гг. отмечено присутствие 13 видов рыб. Наиболее массовыми являлась молодь воблы, леща, густеры, карася и красноперки, значительно реже встречалась молодь сазана и щуки, эпизодически - окуня, синца и жереха.

Доля молоди сазана, щуки и, в большинстве, карася в остаточных водоемах находилась на жизнестойких мальковых этапах развития. Молодь воблы в 2010-2014 гг., в основном, была представлена мальками, которые в 2015 г. в составе молоди не отмечены. Среди молоди леща и поздненерестующих красноперки и густеры значительную часть составляла молодь на менее жизнестойких этапах, причем, доля их в 2015 г. была наиболее высокой.

В неблагоприятном по водности 2015 г. длина и масса молоди основных промысловых видов рыб: воблы, леща, сазана и др., были самыми низкими за рассматриваемый период лет, что связано с поздними сроками начала половодья и нереста производителей.

При благоприятном режиме и объеме стока р. Волги за II кв. и обеспечении оптимального периода нагула (50 суток) молоди в полойных условиях, ее качественные характеристики к окончанию половодья могли быть близкими к тем, что мы отмечали в остаточных водоемах, это позволило бы повысить эффективность воспроизводства промысловых рыб и пополнить их запасы.

Литература

Алексеева С.П. Размножение воблы и восстановление ее запасов // Рыбное хозяйство. 1950. № 6. С. 33-40.

Васильченко О.Н. Биологические основы повышения эффективности искусственного воспроизводства полупроходных рыб в низовьях Волги. Астрахань: КаспНИРХ, 2005. 147 с.

Жукинский В.Н. Влияние абиотических факторов на разнокачественность и жизнеспособность рыб в раннем онтогенезе. М.: Агропромиздат, 1986. 246 с.

Поляков Г.Д. Экологические закономерности популяционной изменчивости рыб. М.: Наука, 1975. 157 с.

Танасийчук В.С. Биология размножения и закономерности формирования численности некоторых каспийских рыб в связи с изменениями водности Волги и Урала: дисс. … канд. биол. наук. М.: Зоол. инст. АНСССР, 1958. 471 с.

Чавычалова Н.И., Васильченко О.М, Пятикопова О.В. О качестве молоди воблы и леща, нагуливающихся на волжских нерестилищах в годы с разной водностью // Естественные науки. 2010. № 4(33). С. 38-45.

Чавычалова Н.И. Современные проблемы естественного воспроизводства рыб в низовьях Волги. Научный потенциал регионов на службу модернизации: межвузовский сб. науч. статей. Астрахань: ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2013. № 2(5). Спецвыпуск. С. 80-87.

Чавычалова Н.И., Тарадина Д.Г., Васильченко О.М., Пятикопова О.В. Особенности естественного воспроизводства полупроходных и речных видов рыб в современный период зарегулированного стока // Рыбное хозяйство. 2014. № 2. С. 17-21.

ABSTRACT. This work presents the results of the assessment of specific, size-weight composition of juvenile of fluvial anadromous and river fish species in the residual major watercourses, areas of spawning grounds of the Lower Volga after the ending of floods in different years, based on the water content and fattening period. The article shows how much higher would be the quality characteristics of fish juvenile while ensuring of the optimum period of its fattening that would increase the efficiency of reproduction of commercial fish species to replenish their stocks.

БИОМАРКЕРЫ В СИСТЕМЕ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРОБИОНТОВ И ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Г.М. Чуйко

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Некоузский р-н, Ярославская обл., gchuiko@mail.ru

Влияние человека на окружающую среду – неизбежный результат его жизнедеятельности, как одного из элементов биосферы. Научно-технический прогресс, продолжающийся рост численности населения на планете и его постоянно возрастающие потребности требуют освоения новых территорий, введение в эксплуатацию все новых и новых минерально-энергетических сырьевых и пищевых ресурсов, создания и активного использования новых химических соединений, материалов и технологий, наращивания промышленного и сельскохозяйственного производства. Все это ведёт за собой масштабное поступление в природную среду и вовлечение в глобальную циркуляцию веществ антропогенного происхождения, отсутствующих в естественных условиях или встречающихся в природе в биодоступно безопасных количествах. Конечным звеном их аккумуляции в окружающей среде служат водные объекты, что вызывает загрязнение и снижение качества поверхностных вод, ухудшение условий обитания гидробионтов, уменьшение адаптивных возможностей и выживаемости отдельных организмов, исчезновение популяций, деградацию сообществ и целых экосистем.

Для минимизации негативных последствий антропогенного воздействия на водные организмы и экосистемы и прогнозирования экологических рисков необходима система комплексной оценки экологического состояния водных объектов, включающих анализ абиотических факторов и эффекты их действия на биоту. До недавнего времени такая система включала три компонента: инструментально-аналитический – качественная и количественная оценка факторов воздействия методами физико-химического анализа; биотестирование – оценка токсичности воды и донных отложений по ответным реакциям (выживаемость, размножение, рост, двигательная активность и т.п.) тест-организмов разных экологических уровней (микроорганизмы, простейшие, одноклеточные водоросли, беспозвоночные, икра, мальки и взрослые рыбы) из лабораторных культур; и биоиндикация – обнаружение и определение экологического значения антропогенных нагрузок на водный объект на основе определения качественных (видовой состав) и количественных (численность, биомасса, видовое разнообразие) характеристик различных биоценозов гидробионтов (Никаноров, Иваник, 2014).

В последнее время в системе экологической оценки в качестве еще одного компонента все большее практическое применение получают биомаркеры

(Лукьянова, 2001; Немова, Высоцкая, 2004; Моисеенко, 2009). Главное преимущество биомаркеров перед физико-химическими методами анализа – способность выявить биологические последствия действия отдельного взятого фактора или их совокупности, а относительно других биологических методов (биотестирования и биоиндикации) – высокая чувствительность и оперативность ответа, т.е. возможность зарегистрировать происходящие в биологической системе изменения на ранних этапах действия факторов и при их низкой интенсивности. В отношении ксенобиотиков (соединений, имеющих чужеродное для организма происхождение) – это выявление их действия на организм при хронических экспозициях в сублетальных дозах, когда еще другими методами это воздействие зарегистрировать не представляется возможным

Идея разработки и использования биомаркеров сформировалась в 50–70-е гг. XX столетия по мере осознания того, что регистрация токсичности только по показателю смертности является недостаточной для правильной оценки влияния антропогенного загрязнения и других неблагоприятных факторов окружающей среды на водные организмы и экосистемы. Кроме того, стало очевидным, что определение качества водной среды только посредством физико-химического анализа содержания и состава загрязняющих веществ не может дать ответ на главный вопрос о её пригодности для нормального существования гидробионтов и безопасного использования человеком.

Для понимания механизмов действия и выявления влияния токсических веществ на гидробионтов начали использоваться различные физиологические, биохимические, гистологические и морфологические параметры организма. Сами показатели и методы для их определения первоначально были заимствованы, главным образом, из клинической медицины, экологической физиологии и биохимии и ихтиопатологии. В результате было установлено, что многие из этих параметров позволяют оценить состояние организма и обнаружить токсическое воздействие на самых ранних стадиях развития токсического стресса, когда другими методами определить это еще невозможно. Работы в этом направлении были начаты одновременно во многих развитых странах, включая и бывший СССР. У нас в стране необходимость развития этого направления водной экотоксикологии была сформулирована Н.С. Строгановым (МГУ) в конце 60-х гг. прошлого века. На первой Всесоюзной научной конференции по вопросам водной токсикологии им были обозначены следующие перспективные задачи: «1) изучение связи токсических веществ с их химической природой (строением) и определение мест (процессов) поражения в организме, с целью прогнозирования на основе этих закономерностей биологических эффектов токсикантов, попадающих в водоем; 2) выявление изменений (пределы колебаний) в организмах нормальных и патологических, установление критериев нормы и патологии; 3) разработка диагностики отравления по морфологическим (патологоанатомическим, гистологическим) и биохимическим, химическим показателям» (Строганов, 1968).

Формулирование и начало использования термина биомаркер и связанных с ним основных понятий в гидроэкотоксикологии относится к середине 1980-х. Одними из первых официально ввели его в практику Национальные научные советы Канады (NRCC, 1985) и США (NRC, 1987), выпустивших соответствующие нормативные документы (Committee on Biological Markers…, 1987). В России в водной экотоксикологии этот термин активно используется с 1990-х гг. Первоначально среди отечественных исследователей вместо него применялись такие понятия, как «эколого-физиологические реакции», «физиолого-биохимические показатели», «морфофункциональные параметры», «индексы стресса» и др. В развитых странах за рубежом именно с использованием биомаркеров проводится существенная доля оценки промышленных загрязнений или оценка степени токсичности тех или иных веществ. Большую роль биомаркеры играют и при проведении экологического мониторинга. У нас в стране биомаркеры пока не получили такого широкого практического применения и используются в основном в научно-исследовательских целях.

Существуют разные определения термина биомаркер, но все они в той или иной степени отражают ответную реакцию организма на действие того или иного фактора. Общебиологическое понятие биомаркер обозначает измеряемый параметр или событие (процесс, явление), происходящее в биологической системе или биологическом образце на суборганизменном и организменном уровне биологической организации (молекула, клетка, ткань, физиологическая система, организм) (Чуйко, 2014).

Некоторые исследователи понимают термин биомаркер в более широком смысле и используют его для обозначения изменений на всех биологических уровнях организации: суборганизменном, организменном, популяционном, уровне сообществ и экосистемы. Но абсолютное большинство ученых-экотоксикологов придерживается первоначального, более узкого понимания термина биомаркер. Для показателей событий, явлений и процессов, происходящих под действием загрязняющих веществ в биологических системах более высокого уровня (популяция, сообщество, экосистема), чаще применяется термин биоиндикатор, а применение биоиндикаторов с этой целью называется биоиндикацией. Биомаркеры используются в условиях *in vivo*, *in vitro* и *in situ* как в лабораторных экспериментах, так и в полевых исследованиях. А их использование по аналогии с биоиндикацией называется биомаркированием.

В водной экотоксикологии биомаркеры – это морфофункциональные показатели экспозиции гидробионтов к стрессорам окружающей среды, выражаемые на организменном и суборганизменном уровнях биологической организации, таких как молекулярно-генетический, биохимический, физиологический и гистологический (Adams, 2002). Они применяются для оценки состояния здоровья или риска проявления патологии (структурно-функциональные нарушения, связанные с болезнью) у гидробионтов, либо для оценки воздействия на организм химических загрязняющих веществ или ксенобиотиков. Затем результаты,

полученные на уровне организма, интерпретируются как отражение более общего состояния организма (выживаемость, рост, размножение) или состояния популяции, сообщества, экосистемы. Взаимосвязь эффектов на разных уровнях биологической организации, вызываемых действием загрязняющих веществ, представлена на схеме (рис.1).

Рисунок 1 - **Блок-схема эффектов, которые может вызывать на разных уровнях биологической организации воздействие загрязняющих веществ (по: Sheehan, 1984; Maltby, 1994)**

В настоящее время в качестве биомаркеров применяют следующие параметры организма гидробионтов: 1) изменения на уровне ДНК; 2) функциональные белки, включая ферменты; 3) метаболиты; 4) неспецифические иммунологические, гистопатологические и физиологические ответы. Их можно условно разделить на два типа: биомаркеры воздействия и биомаркеры эффекта. Однако четкого разграничения между ними не существует, т.к одни и те же биомаркеры могут быть одновременно отнесены к разным типам.

Биомаркером воздействия может выступать экзогенное соединение (или его метаболит) внутри организма (биологической системы), продукт взаимодействия между соединением (или метаболитом) и эндогенным компонентом, либо другое событие, связанное с воздействием химического или физического экзогенного фактора. Биомаркеры воздействия являются специфическими и позволяют выявить факт воздействия конкретного фактора на организм или его присутствия в окружающей среде. Примером биомаркера этого типа может быть содержание метаболитов полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в желчи, полихлорированных бифенилов (ПХБ) и металлотионеинов в тканях, активность АХЭ в мозге или крови, индукция ферментов биотрансформации ксенобиотиков в печени рыб и др. Оценка биомаркеров воздействия должна проводиться с учетом временных особенностей экспозиции и применительно к различным составным частям (компартментам) организма. Наибольшую прогностическую ценность имеют те биомаркеры воздействия, для которых установлена функциональная или потенциальная корреляция с нарушениями здоровья организма или гидробионтов.

Биомаркером эффекта может выступать эндогенный компонент или параметр функциональной способности, либо другой показатель состояния равновесия организма или системы органов, на которые оказано воздействие, признаваемый как морфофункциональное нарушение или заболевание. Примером биомаркера этого типа могут служить показатели состояния окислительного стресса (СОС), белки теплового шока (БТШ) или по-другому стресс-белки, активность АХЭ в мозге, содержание глюкозы в крови, индукция ферментов биотрансформации ксенобиотиков в печени и др. Биомаркеры эффекта, как правило, являются индикаторами отклонений от нормального состояния организма. Обычно они указывают на изменения функции клеток, тканей, отдельных органов и организма в целом. Эти биомаркеры могут быть специфическими и неспецифическими. Специфические биомаркеры указывают на биологический эффект конкретного типа воздействия.

Примером такого биомаркера служит активность АХЭ в мозге рыб. В результате ее снижения под действием фосфорорганических соединений (ФОС) и карбаматов, нарушается проведение нервного импульса в холинергических синапсах, и развиваются симптомокомплексы отравления организма нейропаралитического типа. Неспецифические биомаркеры не указывают на конкретную причину эффекта, но отражают общий, комплексный характер комбинированного воздействия. К такому типу биомаркеров относятся набор показателей, указывающий на развитие в клетке СОС: продукты перекисного

окисления липидов ПОЛ (малоновый диальдегид, диеновые конъюгаты) и содержание карбонильных групп в белках, изменение активности ферментов (каталаза (КАТ), супероксиддисмутаза (СОД), пероксидаза, глутатион-S-трансфераза (GST) и др.) и содержания низкомолекулярных компонентов (восстановленный и окисленный глутатион, каротиноиды, витамин С (аскорбат), витамин Е (токоферол) и другие антиоксиданты) системы антиоксидантной защиты (АОЗ) в различных тканях организма. Однако не каждый показатель, отражающий морфофункциональные изменения или отклонения от нормы в организме гидробионтов может претендовать на роль биомаркера. При выборе показателей, потенциальных кандидатов в биомаркеры, необходимо руководствоваться следующими важными критериями: химическая и биологическая специфичность, ясность интерпретации данных, латентный период, устойчивость и обратимость ответа, биологическая изменчивость (вариабельность), взаимосвязь с эффектами более высокого уровня биологической организации, применимость в лабораторных и/или полевых условиях, ограничения практического применения (простота, надежность, точность)

Главное ограничение для широкого практического использования биомаркеров в настоящее время – сложность интерпретации полученных результатов с точки зрения оценки биологических последствий выявленных изменений для индивидуума, популяции, сообщества, поскольку прямая связь между процессами на разных уровнях биологической организации не всегда очевидна.

На блок-схеме (рис. 2) показаны последовательность изменений в организме и их возможные последствия для него при антропогенном воздействии на окружающую среду.

Важным моментом для практического использования биомаркеров является четкое понимание для каждого из них и для каждого вида гидробионтов следующих диапазонов их изменчивости под действием внешних и внутренних факторов: 1) гомеостатический или норма реакции – характерный для каждого вида в относительно стабильных внешних условиях; 2) адаптивный – в пределах которого организм может приспособиться к изменяющейся внешней среде, включая и антропогенное воздействие, без патологических нарушений и способностью в полном объеме выполнять все основные биологические функции (выживаемость, рост, размножение); 2) токсический – характеризующийся патологическими морфофункциональными нарушениями, которые влекут за собой болезнь организма и ограниченную возможность поддерживать его нормальную жизнедеятельность, в экстремальных случаях заканчивающихся его гибелью. Сравнение диапазонов биохимических и морфофункциональных ответов с ответами целого организма гидробионтов при действии разных по интенсивности факторов внешней среды представлены на рис. 3.

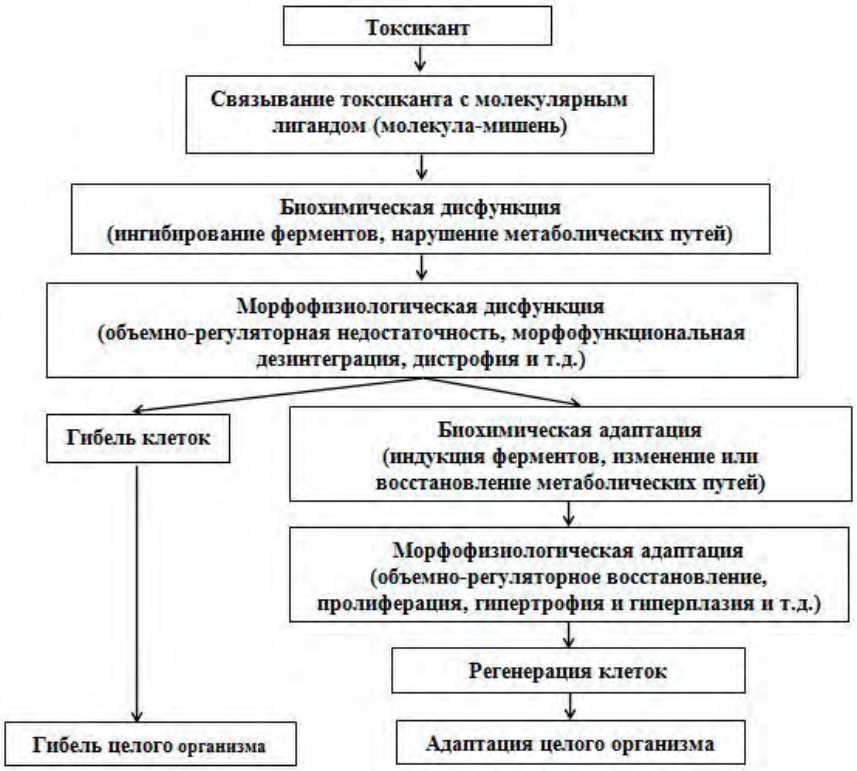


Рисунок 2 - **Блок-схема интегрированного биохимического, морфофункционального и целостного ответа организма на действие токсиканта (модифицировано по: Hinton and Lauren, 1990)**

В гомеостатическом и адаптивных диапазонах воздействия фактора организм функционирует нормально. При этом биохимические и морфофункциональные параметры организма варьируют в пределах нормы реакции или его адаптивных возможностей. При более сильных воздействиях, соответствующих токсическому диапазону, когда превышены адаптивные возможности организма на биохимическом и морфофункциональном уровнях, в нем развиваются патологические изменения. Еще более сильные воздействия приводят к гибели организма.

Использование биомаркеров в гидроэкотоксикологии сильно ограничивается недостатком базовых данных по биохимии и физиологии гидробионтов в «нормальных» физиологических диапазонах (норма реакции). Поэтому, развитие таких знаний для конкретного биомаркера является существенным для внедрения в практику. Особое значение имеют и экологические факторы, такие как физико-химический состав водной среды (минеральный состав, pH, содержание растворенного кислорода, содержание органических и биогенных

элементов и т.д.), сезонная цикличность биологических и абиотических процессов и климатогеографические особенности мест обитания гидробионтов. В конечном итоге изменчивость измеряемого показателя (биомаркера) должна быть понятна и находится внутри допустимых пределов.

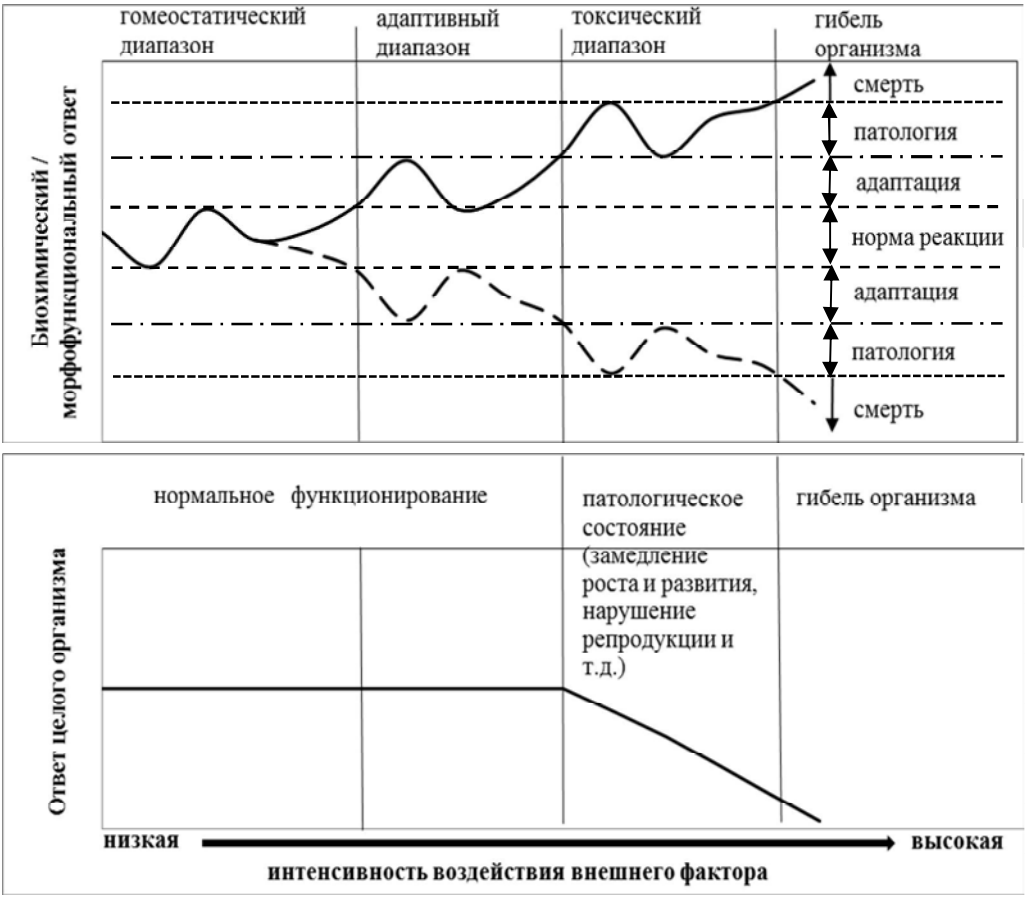


Рисунок 3 - **Сравнение диапазонов биохимических и морфофункциональных ответов с ответами целого организма гидробионтов при действии разных по интенсивности факторов внешней среды (модифицировано по: Versteeg et al., 1988)**

В отличие от млекопитающих и птиц, которые по отношению к основным экологическим факторам являются регуляторами в том смысле, что состояние внутренней среды их организма поддерживается на постоянном уровне независимо от изменения состояния внешней среды, гидробионты в своей массе относятся к конформерам, т.е. состояние их внутренней среды следует за изменениями внешней среды. Эти различия не позволяют механически использовать данные,

полученные на млекопитающих и человеке, и требуют отдельного и тщательного изучения адаптивных реакций и токсических эффектов и установления их границ их диапазонов у гидробионтов. Решение проблемы четкого разделения адаптивных ответов и токсических эффектов у водных организмов позволит проводить правильный выбор биомаркеров для выполнения гидроэкотоксикологических исследований.

Таким образом, биомаркеры в настоящее время являются важным инструментом в гидроэкотоксикологии, который используется при изучении антропогенного влияния на водные организмы и экосистемы, помогает понять механизмы этого влияния и оценить его последствия. Разработка новых биомаркеров и совершенствование уже имеющихся является одной из важных задач ученых-экологов. Подобно другим инструментам биомаркеры имеют свои преимущества и недостатки, которые должны быть учтены при их выборе, применении и интерпретации полученной с их помощью информации. Необходимы дополнительные развернутые исследования нормы реакции базовых уровней всех показателей, используемых в настоящее время и претендуемых на использование в качестве биомаркеров у широкого ряда видов гидробионтов.

Литература

Лукьянова О.Н. Молекулярные биомаркеры. Владивосток: изд-во ДВГАЭУ, 2001. 196 с.

Моисеенко Т.И. Водная экотоксикология: Теоретические и прикладные аспекты. М: Наука, 2009. 400 с.

Немова Н.Н., Высоцкая Р.У. Биохимическая индикация состояния рыб. М: Наука, 2004. 316 с.

Никаноров А.М., Иваник В.М. Словарь-справочник по гидрохимии и качеству вод суши. Ростов-на-Дону: ООО «Центр Печатных Технологий АртАртель», 2014. 548 с.

Строганов Н.С. Загрязнение вод и задачи водной токсикологии // Тезисы докладов на всесоюзной научной конференции по вопросам водной токсикологии, 30 января – 2 февраля 1968 г., МГУ, Москва. М: Наука, 1968. С.7-9.

Чуйко Г.М. Биомаркеры в гидроэкотоксикологии: принципы, методы и методология, практика использования. Гл XV. // В кн. Экологический мониторинг. Часть VIII. Современные проблемы мониторинга пресноводных экосистем: Учебное пособие / Под ред. проф. Д.Б. Гелашвили, проф. Г.В. Шургановой. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2014а. – С. 310-326.

Чуйко Г.М. Биомаркеры в гидроэкотоксикологии: принципы, методы и методология, практика использования. В кн. Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы: материалы V Всероссийской конференции по водной экотоксикологии, посвященной памяти Б.А. Флерова, с приглашением специалистов из стран ближнего зарубежья; Современные методы исследования состояния поверхностных вод в условиях антропогенной нагрузки: материалы школы-семинара для молодых ученых, аспирантов и студентов. (Борок, 28 октября – 1 ноября 2014 г.). В двух томах. Том 2. Ярославль: Филигрань, 2014б. С.186-201 с.

Adams S.M. Biological indicators of aquatic ecosystem stress. Bethesda, Maryland: Am. Fish. Soc., 2002. 644 pp.

Committee on Biological Markers of the National Research Council. Biological Markers in Environmental Health // Environmental Health Perspectives. 1987. Vol. 74, pp. 3-9.

Sheehan P.J. Effects on individuals and populations. In P.J. Sheehan, D.R. Miller, G.C. Butler, Ph. Bourdeau (eds.) Effects of pollutants at the ecosystems level. Chichester (UK): John Wiley&Sons Ltd, 1984. P.23-99.

Multby L. Stress, shredders and streams: using *Gammarus* energetics to assess water quality. In D.W. Sutcliffe (ed.) Water quality and stress indicators in marine and freshwater systems: linking levels of organization.

Hinton D.E., Lauren D.J. Integrative histopathological approaches to detecting effects of environmental stressors on fishes // In: Adams S.M. (Ed). Biological indicators of stress in fish. American Fisheries Society Symposium 8. Bethesda, MD: AFS, 1990. P. 51-66.

Versteeg D.J., Graney R.L., Giesy J.P. Field utilization of clinical measures for the assessment xenobiotic stress in aquatic organisms // In: W.J. Adams, Chapman G.A., W.G. Landis (eds). Aquatic toxicology and hazard assessment. ASTM STP 971. Philadelphia: American Society for Testing Materials, 1988. P. 289-306.

ABSTRACT. The definition of a term biomarker is given. The history of its introduction into practice and use in the aquatic ecotoxicology is examined. Biomarker classification is presented. Their place and role in the modern system of evaluation of the functional state of aquatic and environmental monitoring of aquatic ecosystems are analyzed. The advantages and disadvantages of biomarkers are compared with other existing methods of analysis of environmental aquatic environment: physicochemical analysis, biotesting and bioindication.

МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОРЕЙСКОЙ ВОСТРОБРЮШКИ *HEMICULTER LEUCISCULUS* BASILEWSKY, 1855 В БАССЕЙНЕ МУРГАБА (ТУРКМЕНИСТАН)

Ф.М. Шакирова
Татарское отделение ФГБНУ "ГосНИОРХ", Казань, shakirovafm@gmail.com

Областью естественного распространения корейской востробрюшки *Hemiculter leucisculus* (Bas.) являются водоемы Китая, Вьетнама и Кореи. На территории Российской Федерации востробрюшка обитает в нижнем течении Амура, рек Уссури, Сунгари и в оз. Ханка (Никольский, 1956). В период акклиматизационных работ с дальневосточными растительноядными рыбами востробрюшка случайно (в результате того, что методика разделения молоди рыб не позволяла полностью освободиться от неучтенных видов) попала в водоемы Туркменистана, где успешно акклиматизировалась (Алиев и др., 1963). В настоящее время в водоёмах Туркменистане она широко распространена в Амударье, Каракумском канале, Мургабе, Теджене и их водохранилищах (Алиев и др., 1988; 1994; Павлов и др., 1994).

В первые годы считалось, что в водоемы Средней Азии (Туркменистан и Узбекистан) были завезены 2 вида востробрюшек — обыкновенная и корейская. Ревизия рода Hemiculter на основании морфологических и эмбриологических данных подтвердила существование двух видов, четко различающихся по числу жаберных тычинок, чешуй в боковой линии, ветвистых лучей в анальном плавнике и значениям ряда пропорций тела, обеспечивающих возможность их четкого определения (Васильева, Козлова, 1988). Выделяют *H. leucisculus* (Bas.), ранее называемый *H. eigenmanni* (Берг, 1949; Никольский, 1956) и *H. lucidus* (Dub.), ранее описанный как *H. leucisculus* (Берг, 1949; Никольский, 1956). По утверждению исследователей, оба вида симпатричны в бассейне Амура, реках Китая и Кореи. Причем в бассейне Амура *H. lucidus* более многочислен, чем *H. leucisculus*. По результатам интродукции предполагается, что *H. lucidus*, как более северная форма, попав в неблагоприятные условия акклиматизации и имея пелагическую икру, здесь полностью исчезла, тогда как *H. leucisculus* более южного происхождения прижилась.

По материалам ревизии (Васильева, Козлова, 1988), *H. leucisculus* (Bas.) характеризуется следующими признаками, в спинном плавнике III 7(8), анальном III 10-14 (в среднем 11-12), грудных I (II) 12-14, брюшных II 7-9 ветвистых лучей. В боковой линии 40, 41, 42-56 (57-59) чешуй в среднем 46-51, меньшее число чешуй свойственно акклиматизированным в Средней Азии популяциям. На первой жаберной дуге 15-21 (в среднем 16-18) жаберных тычинок. Боковая линия под грудным плавником резко изгибается книзу, отношение самой низкой её точки

к самой высокой составляет 40-60%. Основание спинного плавника короткое (7,6-12.0% стандартной длины тела), анального несколько длиннее (10,7-16,4%). Глаза в среднем небольшие, горизонтальный диаметр их составляет 19,2-31,3% длины головы. Самые крупные особи встречаются в Средней Азии. Икра приклеивается к субстрату.

В бассейне Мургаба востробрюшка встречается повсеместно как в самой реке, поднимаясь до предгорных участков и проникая в горные быстротекущие её притоки, так и в водохранилищах, где особенно многочисленна. В Сарыязинском водохранилище она чаще встречается в заливах, на участках с затопленными зарослями тамарикса и водных растений. Это обитатель преимущественно верхних слоев воды. Крупные особи в основном держатся у береговой зоны с небольшими глубинами, годовики - на глубинах 3-4 м.

В бассейне Мургаба вспышка численности востробрюшки отмечалась во второй половине 1980-х гг., в период, совпавший с введением в строй «нового» Сарыязынского водохранилища, созданного для замены заиленного верхнего Ташкепринского, приведшего к увеличению площади водоема и возникновению в связи с этим «эффекта залития».

Первые исследования биологии и экологии востробрюшки в новых условиях (в Сарыязинском водохранилище и р. Мургаб) были проведены в весенне-летний и осенний периоды 1986-1989 гг. (Шакирова, Николаев, 1991). Спустя 10 лет нам вновь пришлось вернуться к вопросу об особенностях биологии востробрюшки из бассейна Мургаба, так как по материалам, собранным в осенний период 1996 г., обнаружены значительные изменения в биологических показателях рыб. Кроме того, в конце 90-х годов востробрюшка стала одним из ведущих видов бассейна Мургаба, где при облове мальковой волокушей на некоторых станциях попадалась только востробрюшка и лишь единично – сазан и сом. В этот период, благодаря своим крупным размерам (длина – 30,5 см, масса – 250 г), востробрюшка использовалась промыслом. По-видимому, это не максимальные размеры рыб, и для них характерны высокие потенциальные возможности роста. Тогда как в некоторых литературных источниках (Берг, 1949; Никольский, 1956) отмечается, что более 17,5 см длины у себя на родине рыбы не достигают.

Анализ морфологических признаков востробрюшки в «новом» Сарыязынском водохранилище выявил некоторое отклонение их в сторону рыб «озерного типа» (табл. 1). Так у акклиматизантов длина спинного плавника несколько больше, а грудного и брюшного – меньше таковых рыб из нативного ареала. Отмечена меньшая высота спинного плавника и длина хвостового стебля, а также значительное уменьшение диаметра глаза, характерного для обитателей мутных водоемов. Причина, по-видимому, заключается в том, что акклиматизанты обитают в постоянно изменяющихся гидрологических условиях, где наблюдается высокая заиленность Сарыязынского водохранилища, повышенная мутность, сильный сброс воды в осенний период (когда даже «мертвый» объем водохранилища не учитывается).

Таблица 1 - **Морфологические признаки востробрюшки Сарыязынского водохранилища (1987, 1996 гг.) и р. Амур (по: Никольский, 1956)**

Признаки	Сарыязынское водохранилище, 1987 г., n=11 экз.		Сарыязынское водохранилище, 1996 г.	р. Амур, n=19 экз.	
	колебания	среднее		колебания	среднее
1	2	3	4	5	6
Q, г	54,0-131,0	82,23±8,56	250,0	-	-
l, см	17,0-20,5	18,32±0,38	26,0	-	-
% к длине тела (l)					
o	3,37-4,71	3,96±0,14	3,3	4,5-6,5	5,3
r	3,93-7,03	5,61±0,24	5,6	5,5-7,0	6,4
po	9,43-11,76	10,22±0,23	11,0	10,0-12,0	11,0
c	18,82-21,76	20,18±0,30	20,2	20,0-24,0	22,0
hc	12,08-13,82	12,72±0,19	15,4	-	-
io	6,01-10,25	7,09±0,37	7,7	6,0-7,5	6,7
H	21,14-25,0	23,29±0,48	25,2	20,0-28,0	23,4
h	8,29-10,29	9,30±0,18	10,4	8,5-10,5	9,5
aД	48,42-52,08	50,20±0,38	51,2	50,0-56,0	53,2
pД	36,29-40,59	38,47±0,41	38,1	-	-
aV	43,16-46,83	45,38±0,35	44,0	-	-
aA	62,63-74,0	67,11±1,03	65,0	-	-
Pl	15,0-19,66	17,70±0,38	17,1	14,0-20,0	18,0
lД	8,57-10,0	9,54±0,13	11,2	8,0-11,0	9,4
hД	16,86-20,0	18,36±0,33	16,0	16,0-20,0	18,1
lA	9,71-14,0	12,15±0,42	11,7	10,0-15,0	12,7
hA	10,0-12,65	10,76±0,27	11,3	9,0-14,0	11,8
lP	19,14-22,94	20,68±0,36	20,0	21,024,0	22,8
lV	12,68-15,88	14,53±0,28	13,5	14,0-18,0	16,0
PV	23,44-27,37	26,48±0,41	26,5	23,0-27,0	25,5
VA	22,0-25,75	23,44±0,40	24,0	-	-
Меристические признаки					
ll	49-56	51,91±0,66	49-50	53-58	55,1
Д	II 7	II 7±0	II 7	II-III 7	обычно III
A	III 11-13	III 12,0±0,28	III 12	II-III 13	11,9
sp. br.	17-20	17,73±0,35	-	-	-
глоточные зубы			2.4.4-5.4.2		

Примечание: Q – масса тела, l – длина тела без хвостового плавника, r – длина рыла, o – диаметр глаза, po – заглазничное расстояние, c – длина головы, hc – высота головы, io – ширина лба, H – наибольшая высота тела, h – наименьшая высота тела, aД – антедорсальное расстояние, pД – постдорсальное расстояние; aV-антевентральное расстояние; aA – антеанальное расстояние, Pl – длина хвостового стебля, lД, lA, lP, lV – длина спинного, анального, грудного и брюшного плавников, hД, hA – высота спинного и анального плавников, PV – расстояние между грудными и брюшными плавниками, VA – расстояние между брюшными и анальными плавниками, ll – число чешуй в боковой линии, Д, A – соответственно число лучей в спинном и анальном плавниках, sp. br – число тычинок на первой жаберной дуге.

Исследование питания востробрюшки из Сарыязынского водохранилища (молодь и рыбы старших возрастов) выявило, что пища молоди в основном состоит из зоопланктона, то есть в первый год жизни она не отличается от таковой в водоемах естественного ареала. В незначительных количествах в кишечнике рыб содержится фитопланктон, но у отдельных особей он составляет основную массу пищевого комка. С возрастом значительную часть пищи составляет рыба (амурский чабачок, серебряный карась и др.), что свидетельствует об активном хищничестве (табл. 2).

У востробрюшек длиной более 10 см в питании обнаружены караси размером до 4см, а у особей длиной 12 см остатки чебачков (размером до 2 см) и 2 карасей (2,8 и 3,5 см). В Мургабе востробрюшка питается рыбой реже, в то время как в Сарыязынском водохранилище - это её основная пища. Определённую роль в питании востробрюшки играют также растения. В пищевом комке встречаются семена наземных злаковых, попавших в воду с ветром, обрывки листьев, стебли водных растений, почки деревьев. Из насекомых чаще других встречаются представители двукрылых (в основном мухи, реже комары), нередко весной отмечаются пчелы. Фито-и зоопланктонные организмы встречаются у некоторых особей в единичных экземплярах. Отмечены также несъедобные частицы: камешки, щепки и др. (табл.2).

Таблица 2 – **Состав пищи востробрюшки Сарыязынского водохранилища (размером 10,5-21,0 см, в %) (n= 27 экз.)**

Пищевой компонент	по частоте встречаемости	по массе
Рыба		
серебряный карась	14,82	26,01
амурский чебачок	11,11	11,30
неопределенные личинки рыб	3,70	0,08
Растительные остатки	66.67	32,06
Семена наземных растений	40,74	24,94
Насекомые		
двукрылые (имаго)	22,22	0,11
личинки хирономид	25,93	0,02
жесткокрылые	3,70	3,61
прямокрылые	3,70	1,29
Паукообразные	3,70	0,05
Несъедобные частицы	18,52	0,53

Половой зрелости востробрюшка бассейна Мургаба достигает в возрасте 1+, 2+, при достижении длины более 6см. Существенных различий в сроках наступления половой зрелости самок и самцов не отмечено. В популяции

обнаружено преобладание самок, из исследованных 94 экз. половозрелых особей 85 экз. (90,43%) - самки и лишь 9 (9,57%) - самцы. В Сарыязинском водохранилище нерест начинается в начале мая, при температуре воды более 20 °С и продолжается, по-видимому, до конца июня. Во второй половине июля - августе из исследованных половозрелых самок только 18% находились на VI-II стадии зрелости, остальные - на II-III. В конце октября все самки имели гонады на III стадии зрелости, и лишь часть из них, зараженных лигулой, - на II. В бассейне Амура нерест востробрюшки проходит с конца июня до конца июля (Никольский, 1956). В бассейне Амударьи половой зрелости рыбы достигают в возрасте 2 +, нерест происходит в мае - июне, при температуре воды 20-25 °С (Нурниязов и др.. 1986).

Индивидуальная абсолютная плодовитость востробрюшки из Сарыязынского водохранилища колеблется в значительных пределах - от 2,1 до 63,1 тыс. икринок и повышается с. увеличением размеров и массы рыб. Икра мелкая, индивидуальная относительная плодовитость достаточно высокая – до 1375 шт/г массы тела. В гонадах явно различимы две порции икры, а также мелкие безжелтковые ооциты новой генерации. Первая порция составляет 51,6-98,3% всего количества, диаметр икринок достигает 0,59-0,81 мм. С увеличением размеров самок диаметр икринок в первой и второй порциях увеличивается. В бассейне Амударьи (Туямуюнское водохранилище) плодовитость колеблется от 6,6 до 22,8 тыс. икринок. Икринки мелкие. Первая порция составляет 60,6-85,7% всех икринок, их диаметр 0,70-0,73 мм, вторая - соответственно 14,3-39,4 и 0,52-0,54 (Нурниязов и др.. 1986).

В контрольных уловах отмечены рыбы четырех возрастных групп. Подавляющее большинство особей представлено первой и второй возрастными группами, соответственно, 71,4 и 23,8%. В мае сеголетки имели размеры 1,1-2,1 см (в среднем 1,43), массу 0,01-0,12 г (0,04), в конце октября - соответственно 2,1-5,4 (3,76) и 0,2-1,5 (0,54).

Исследование роста востробрюшки из бассейна Мургаба (Сарыязынское водохранилище) обнаружило высокие его показатели. Размеры годовиков колебались от 10,3 до 11,7 см, двухгодовиков от 14,9 до 21,0, а к осени трёхлетки достигали 26,0 см. Хотя и в первые годы акклиматизации востробрюшка в водохранилище росла значительно быстрее, чем в водоемах естественного ареала, достигая в первый год 2,3-4,3 см, во второй – 7,8-15,5 и в третий – 15,4-20,9 см (табл. 3).

Темп роста молоди зависит от обеспеченности её кормом, а, также связан с растянутостью периода нереста, что ведёт к значительному колебанию размеров сеголетков осенью. Наибольший прирост (в среднем до 7,75см) у востробрюшки наблюдается на втором году, затем темп роста замедляется, достигая на третьем году 6,39 см длины и на четвёртом - 4,3 см.

С возрастом масса рыб увеличивается и в первый год достигает 10,03 г, во второй - 39,81, в третий -119,20 и в четвертый - 200,0 г.

Таблица 3 - **Линейный рост востробрюшки Сарыязынского водохранилища**

Возраст (год)	Длина рыбы (см)				Количество (экз.)
	l_1	l_2	l_3	l_4	
1	3,65±0,146				90
	1,8-8,9				
2	2,21±0,280	9,95±0,245			30
	1,6-2,8	7,1-12,7			
3	3,24±0,319	11,88±	17,56±0,949		5
	2,3-4,3	7,8-15,5	15,4-20,9		
4	3,30	9,30	17,40	21,70	1

Примечание: над чертой – средние значения, под чертой – колебание показателей

Учитывая показатели роста востробрюшки в бассейне Мургаба, пришли к заключению, что, благодаря достаточной обеспеченности пищей, в настоящее время в водоёме возникла её быстрорастущая популяция.

В Сарыязинском водохранилище отмечается зараженность востробрюшки *Ligula intestinalis*. Осенью количество зараженных плероциркоидами лигулы особей в возрасте старше 1+ достигает более 60%. Обычно рыбы заражаются в первый год жизни, когда основной их пищей является зоопланктон, в частности циклопы. Уже к концу второго года жизни внутренние органы пораженной востробрюшки значительно разрушаются ремнецом, количество которого в некоторых экземплярах достигает 11 экз. (длина паразитов нередко достигает 16 см). В результате рыба погибает или ослабленная становится легкой добычей многочисленных рыбоядных птиц - окончательных хозяев ремнецов. Кроме того, у востробрюшки отмечены нематоды вида *Contracaecum siluraglanidis* (Linstow, 1883) Dogiel et Bychovsky, 1934 (личинки) из подотряда Ascaridata Skrjabin, 1915, сем. Anisakidae Skrjabin, 1945, рода Contracaecum Railliet et. Henry, 1912 (Шакирова, Николаев, 1991).

Литература

Алиев Д.С., Веригина И.А., Световидова А.А. Видовой состав рыб, завозимых вместе с белым амуром и толстолобиком из Китая // Пробл. Рыбохоз. использ. Растительноядных рыб в водоемах СССР. - Ашхабад. 1963, С. 178-180.

Алиев Д.С., Суханова А.И., Шакирова Ф.М. Рыбы внутренних водоемов Туркменистана. Ашхабад: Ылым, 1988. – 156 с.

Алиев Д.С., Суханова А.И., Шакирова Ф.М., Малахова Т.В. Растительноядные рыбы в Туркменистане. Ашхабад: Ылым, 1994. – 326 с.

Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. - М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. Т. 2. - 925 с

Васильева Е.Д., Козлова М.С. О таксономии востробрюшек рода Hemiculter (Cyprinidae) Советского Союза // Вопр. ихтиол. - 1988, Т. 28, Вып.6. - С. 883-895.

Никольский Г.В. Рыбы бассейна Амура. - М.: Изд-во АН СССР, 1956. - 551 с.

Нурниязов Е.Ш., Сагитов Н.И., Бекбергенов Ж. Корейская востробрюшка из Туямуюнского водохранилища //Тез. докл. 19-й научн. конф. «Биологич. основы рыбн. хозяйства Средней Азии и Казахстана» - Ашхабад: Ылым 1986. – С. 259-261.

Павлов Д.С., Алиев Д.С., Шакирова Ф.М. и др. Биология рыб Сарыязынского водохранилища. М.- Ашгабат: Гидропроект, 1994. – 178 с.

Шакирова Ф.М., Николаев А.А. Особенности биологии востробрюшки (*Hemiculter leucisculus* (Basilewsky) в бассейне Мургаба // Изв. АН ТССР. Сер. биол. наук. 1991. № 1.- С. 31-38.

ABSTRACT. Based on the research revealed that the acclimatized in Murghab Basin korean sawbelly found favorable environmental conditions here, which resulted in her high biological indicators (rate of growth, sexual maturation, fertility). With age and growth of fish changing the composition of their food. Juveniles in the first year mainly feeds on zooplankton, phytoplankton less. The adult food prevails fish (stone moroko, goldfish) and vegetation. It noted the infestation korean sawbelly Saryyazy reservoir ligula and nematodes.

УДК 597.15

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ВИДОВОЙ СТРУКТУРЫ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ ХАУЗХАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ф.М. Шакирова[1], В.Г. Терещенко[2]
[1]*Татарское отделение ФГБНУ "ГосНИОРХ", Казань, shakirovafm@gmail.com*
[2]*Институт биологии внутренних вод РАН, Борок, tervlad@ibiw.yaroslavl.ru*

Хаузханское водохранилище – крупный рыбохозяйственный водоемов Туркменистана, расположенный на 456 км Каракумского канала и относящийся к водоему наливного типа. Канал служит для переброски вод Амударьи и улучшения использования стока р. Мургаба и Теджена. В многоводные годы избыток стока этих рек сбрасывают в канал, а в маловодные – дефицит воды рек Мургаба и Теджена восполняется за счет вод канала. Поскольку водоемы относятся к разным речным бассейнам (Алиев и др., 1988; Решетников, Шакирова, 1993, Павлов и др., 1994), то такие переброски вод не могли не сказаться на составе и структуре рыбного населения Хаузханского водохранилища.

В начале формирования водоема проведены работы по акклиматизации в бассейнах рек Амударья и Мургаб дальневосточных растительноядных рыб – белого *Hypophthalmichthys molitrix* и пестрого *Aristichthys nobilis* толстолобиков и белого амура *Ctenopharyngodon idella* (Алиев и др., 1994; Павлов и др., 1994). Интродукция этих видов в другие водоемы приводила либо к отрицательным результатам из-за отсутствия условий для естественного воспроизводства этих видов, либо к образованию малочисленных самовоспроизводящихся популяций. Отсюда, особый интерес представляет натурализация и создание в Каракумском канале самовоспроизводящихся популяций растительноядных рыб. Их доля в общем улове в Хаузханском водохранилище в разные периоды времени составляла 60-75% (Алиев и др., 1992, 1994; Павлов и др., 1994).

Цель данной работы – анализ многолетней динамики видовой структуры рыбного населения Хаузханского водохранилища со времени его создания до 1990 года.

Анализ состава и структуры уловов основан на материалах исследований одного из авторов на водоемах с 1978 по 2003 гг., литературных источников и данных рыбопромысловой статистики (Алиев и др., 1963; 1988, 1994; Алиев, 1976; Чарыев, 1984; Павлов и др., 1994; Сальников и др., 1991, 1998; Шакирова и др., 1993; Shakirova, 2013). Рыбу для анализа брали из промысловых уловов (невод, длинной 350 м, ячея 24 мм в кутке и 40 мм в крыльях) и контрольных уловов (ставные сети 35-100 мм, мальковая волокуша длиной 6 м из капронового газа №13) в период с 1978 по1995 годы.

По мере формирования водохранилища изменяются и условия воспроизводства рыб. Выделение экологических групп рыб, различающихся по отношению к нерестовому субстрату, основано на работах С.Г. Крыжановского (1948; 1949). В различные периоды времени в Хаузханском водохранилище обитали рыбы, относящиеся к трем таким экологическим группам: фитофилы, пелагофилы и строящие гнезда (табл. 1).

Таблица 1 - **Состав ихтиофауны Хаузханского водохранилища и питающего его бассейна**

Вид, фаунистический комплекс, экологическая группа	**Р. Амударья**	**Каракумский канал**	**Водохранилище. Этап формирования ихтиофауны**				
			I	**A_1**	**A_2**	**III**	**IV**
Шип – *Acipenser nudiventris*, ДВ	+	+	-	-	-	-	2
Малый амударьинский лопатонос – *Pseudoscaphirhynchus hermanni*, ДВ	+	-	-	-	-	-	-
Большой амударьинский лопатонос – *Pseudoscaphirhynchus kaufmanni*, ДВ	+	+	-	-	-	-	1
Лещ – *Abramis brama*, ПП, Ф	+	5	-	-	-	XX	Д
Белоглазка – *A. sapa*, ПП	+	-	-	-	-	-	-
Обыкновенная быстрянка – *Alburnoides bipunctatus*, ПА	+	+	-	-	-	-	-
Полосатая быстрянка – *A. taeniatus*, ПА	+	4	+	+	+	+	4
Пестрый толстолобик – **Aristichthys nobilis*, КР (был обычен, но малочислен)	+	3	3	3	3	3	3
Обыкновенный жерех – *Aspius aspius*, ПП, Ф	+	+	Д	XXX	XX	X	X
Щуковидный жерех – *Aspiolucius esocinus*, ПП (эндемик Амударьи и Сырдарьи)	+	+	-	-	-	-	-
Короткоголовый усач – *Barbus brachycephalus*, ПП, П	+	+	XX	X	X	X	X
Усач булат-маи – *Barbus capito*, ПП	+	+	XX	X	X	X	X
Остролучка – *Capoetobrama kuschakewitschi*, ПА	+	4	3	3	3	3	3
Серебряный карась – *Carassius gibelio*, БР, Ф	+	+	-	-	X	XXX	Д
Шемая – *Chalcalburnus chalcoides*, ПП	+	+	-	-	-	1	1
Белый амур – **Ctenopharyngodon idella*, КР	+	+	X	XXX	XXX	XX	XX
Сазан – *Cyprinus carpio*, ДВ, Ф	+	+	СД	Д	Д	XXX	XX
Туркестанский пескарь – *Goby lepidolaemus*, ДВ (не эндемик)	+	+	+	+	+	4	4
Корейская востробрюшка – **Hemiculter leucisculus*, КР	+	+	-	-	3	4	5
Белый толстолобик – **Hypophthalmichthys molitrix*, КР, П	+	+	XXX	СД	СД	СД	СД
Язь – *Leuciscus idus*, БР (не эндемик)	+	-	-	-	-	-	-
Черный амур – **Mylopharyngodon piceus*, КР, П	+	+	X	X	X	X	X
Белый амурский лещ – **Parabramis pekinensis*, КР, П	+	+	X	X	XX	XXX	XXX

Чехонь – *Pelecus cultratus*, ПП, П	+	+	-	-	-	+	XX
Амурский чебачок – **Pseudorasbora parva*, КР	+	+	-	-	+	+	4
Речная абботтина – **Abbottina rivularis*, КР (раньше называли амурский лжепескарь)	?	+	-	-	+	+	3
Глазчатый горчак (гонконгский горчак) – **Rhodeus ocellatus*, КР	+	+	-	-	-	-	4
Плотва – *Rutilus rutilus*, БР, Ф	+	+	-	-	-	-	4
Красноперка – *Scardinius erytrophthalmus* ПП	+	-	-	-	-	-	-
Самаркандская храмуля – *Capoeta capoeta*, ПА	+	-	-	-	-	-	-
Закаспийская храмуля – *Capoeta heratensis*, ПА	-	+	-	-	-	X	X
Золотистая щиповка – *Sabanejewia aurata*, ПА	+	+	2	2	2	2	2
Азиатский вьюн – **Misgurnus anguillicaudatus*, КР	-	+	+	+	+	+	4
Бухарский голец – *Dzihunia amudarjensis*, ПА	+	-	-	-	-	-	-
Гребенчатый голец – *Nemacheilus malapterurus*, ПА	+	+	-	-	-	-	-
Амударьинский голец – *N. oxianus*, ПА	+	+	-	-	-	-	-
Таджикский Голец – *N. pardalis* (эндемик), ПА	+	-	-	-		-	-
Обыкновенный сом - *Silurus glanis*, ДВ, СГ	+	+	Д	Д	Д	XX	XX
Обыкновенная щука – *Esox lucius*, БР	+	-	-	-	-	-	-
Кумжа – *Salmo trutta*, БП	+	-	-	-	-	-	-
Китайская медка – **Oryzias sinensis*, КР	-	+	-	-	-	2	2
Хольбрукская гамбузия – **Gambusia holbrooki*, СА	+	+	+	+	3	3	3
Обыкновенный ерш – *Gymnocephalus cernuus* БР	+	-	-	-	-	-	-
Речной окунь – *Perca fluviatilis*, БР	+	-	-	-	-	-	-
Обыкновенный судак – *Sander lucioperca*, ДВ, СГ	+	+	-	X	XX	Д	XXX
Китайский элеотрис – **Micropercops cinctus*, КР	-	+ 1996	-	-	-	-	-
Китайский носатый бычок – **Rhinogobius cheni*, КР	+	+	-	-	+	+	5
Змееголов –**Channa argus*, КР, СГ	+	+	-	-	-	2	3

Условные обозначения: Обилие промыслового вида в улове по биомассе: **СД** – супердоминант (> 50%); **Д** – доминант (> 10%); **XXX** – обильный вид (1–10%); **XX** – среднеобильные (0.1–1.0%) ; **X** – редкий (0.01–0.1%).

Обилие не промыслового вида: 1 – единичный; 2 – редкий; 3 – обычен, но малочислен; 4 – многочислен в отдельных участках; 5 – многочислен повсеместно; - в период исследования не зафиксирован; + нет данных по численности.

Фаунистические комплексы: ДВ – древний верхнетретичный (амфибореальный); БП – бореальный предгорный; БР – бореальный равнинный; ПП – понтический пресноводный; ПА – переднеазиатский; КР – китайский равнинный; СА – североамериканский.

Экологические группы рыб – фитофилы (Ф), пелагофилы (П), строящие гнезда (СГ)

* – По: Решетников, Шакирова, 1993; ** – По: Алиев и др., 1988; Сальников, Решетников, 1991; Сальников,1995.

Влияние изменений условий обитания рыб на видовую структуру рыбного населения водохранилища в процессе его формирования основано на анализе соотношения рыб, принадлежащих к различным фаунистическим комплексам. Мы рассматриваем фаунистические комплексы, как экологические группы видов рыб, которые коадаптированы и имеют сходные требования к среде. К началу 2000 годов

в Хаузханском водохранилище обитали виды, которые согласно Г.В. Никольскому (1980) представляют шесть фаунистических комплексов: древнего верхнетретичного или пресноводного амфибореального, переднеазиатского, бореально-равнинного, понтического пресноводного, китайского равнинного и североамериканского (табл. 1).

Важную информацию о структурных перестройках можно получить из анализа динамики относительного обилия видов. Поскольку биомасса вида более адекватно отражает его роль в формировании потоков вещества и энергии в экосистеме, оценивали доли видов по биомассе. Для объективизации выделения выбрана логарифмическая шкала: **Х** – доля вида в улове менее 0.1% (редкий); **ХХ** – доля вида 0.1-1% (среднеобильный); **ХХХ** – доля вида 1-10% (обильный); **Д** – доля вида более 10% (доминант). Дополнительно выделен вид (супердоминант), доля которого в уловах составляет более 50% – **СД**. Обилие промысловых видов оценивали по их доле по массе в промысловых уловах. Для остальных видов рыб имелась лишь информация обилия по численности из специальных учетных съемок и периодических научно-исследовательских ловов. По ряду причин у авторов отсутствовала возможность перевода данных обилие видов по численности в обилие по биомассе. Вместе с тем, поскольку эта информация позволяет читателю получить представление о численности их популяций, то мы ее так же привели, указав каким образом оценивали обилие различных видов рыб.

Интегральное описание как изменения числа видов в улове, так и перераспределения их долей основано на индексе биологического разнообразия, основанного на формуле Шеннона (Pielou, 1977; Терещенко и др., 1994):

$$H = -\sum_{i=1}^{N} p_i \times \log_2 p_i$$, где p_i - доля i - го вида по массе.

Анализ доминирования основан на показателе “относительная организация”:

$$R = 1 - H / Log_2 N$$, где N – число учтенных видов.

Для детерминированных систем, в состав которых входит супердоминант, этот показатель приближается к 1, а при равном вкладе всех видов он равен 0.

Для выявления устойчивого состояния рыбного населения анализировали “динамический фазовый портрет” видовой структуры промысловых уловов в координатах H и dH/dt, где H – разнообразие, бит dH/dt – скорость изменения разнообразия (Терещенко, Вербицкий, 1997; Verbitsky, Tereshchenko, 1996). Подробно методика построения динамического фазового портрета описана ранее (Терещенко, Вербицкий, 1997). Здесь только отметим, что для исключения влияния случайных изменений проводили сглаживание исходных данных индекса разнообразия, а для более точной оценки скорости изменения исследуемого параметра проводили еще и интерполирование исходных данных.

Анализ основан на поиске равновесных точек (зон), имеющих нулевую скорость изменения разнообразия, и рассмотрении траектории движения системы в окрестности этих точек. Индикаторы реакции сообщества на возмущающее воздействие – это смена типа траектории системы, которая приводит к переходу

рыбного населения в другое состояние равновесия или нарушению плавности кривой фазового портрета. Ранее проведенные исследования показали, что при нахождении рыбного населения вдали от устойчивого равновесного состояния траектория его движения на фазовом портрете имеют вид выпуклой или вогнутой дуги, что характерно для формирующихся систем (формирование рыбного населения водохранилищ или реакции на чрезмерный вылов). Необходимо отметить, что для всех случаев в формирующихся системах на I этапе формирования ихтиофауны отмечалось ускорение перестроек (увеличение скорости изменения исследуемого параметра по модулю), на II этапе – их замедление. В состоянии равновесия наблюдалась минимальная амплитуда колебаний индекса разнообразия, а траектория системы на фазовом портрете имела вид закручивающейся спирали – особая точка "устойчивый фокус", раскручивающейся спирали – особая точка "неустойчивый фокус" или эллиптической кривой небольшой амплитуды – особая точка "центр" (Терещенко, 2005; Терещенко, Вербицкий, 1997).

Оценка динамики численности вселенных видов и типов, по которым проходила натурализация, основана на классификации фаз и типов процесса акклиматизации по А.Ф. Карпевич (1975). Список рыбообразных и рыб приводится по "Аннотированному каталогу круглоротых и рыб континентальных вод России" (1998), "Атласу пресноводных рыб России" (2003), "Рыбам в заповедниках России" (2010), а аборигенных – по "Рыбам внутренних водоёмов Туркменистана" (1988); "Turkmenistanyn onurgaly haywanlary" (2010); "Конспекту современной ихтиофауны Туркменистана" (2013).

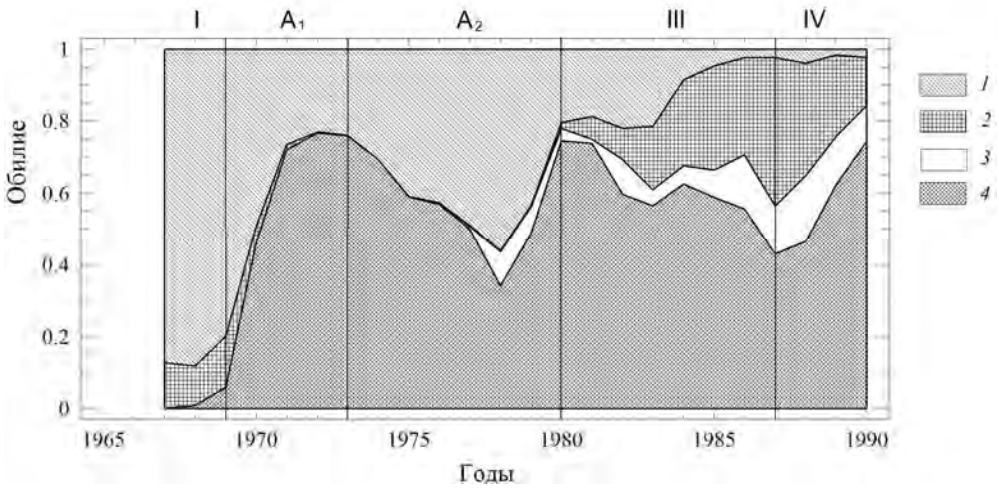
Непрерывно изменяющиеся условия среды во время формирования нового водоема вызывают соответствующую перестройку состава и структуры рыбного населения. Анализ процесса формирования рыбного населения многих водохранилищ выявил в нем общие черты и наличие различных этапов изменения его видовой структуры, которые в большинстве случаев являются общими для водохранилищ равнинного типа (Гордеев, 1971, Кузнецов, 1997; Терещенко, Стрельников, 1997). Мы исходим из того, что в основу периодизации развития рыбного населения должны быть положены процессы формирования экосистемы водоема. Они обуславливают структурные перестройки в рыбной части сообщества, связанные, прежде всего, с изменениями условий воспроизводства. Кроме того, одним из факторов, влияющих на формирование рыбного населения, может быть направленная интродукция новых для данного водоема видов. Эти процессы находят свое отражение и в структуре уловов рыб, запаздывая по отношению к изменениям в экосистеме на время, необходимое для вступления в промысел соответствующих поколений основных промысловых видов, которое определяется временем их полового созревания. В Хаузханском водохранилище большинство видов рыб становятся половозрелыми уже на третий год (Сальников, 1989; Сальников, Бушева, 1990; Мухамедиева, Сальников, 1980, 1985; Алиев и др., 1994; Павлов и др., 1994). Поэтому можно считать, что процессы формирования ихтиофауны этого водоема находят отражение в структуре уловов рыб со сдвигом в 3 года.

Начало формирования рыбного населения (I этап) любого водохранилища обусловлен процессами, происходящими в его экосистеме во время заполнения. Заполнение Хаузханского водохранилища проходило в 1962-1966 гг. (Исаев, Карпова, 1989). В структуре промысловых уловов I этап формирования ихтиофауны соответствовал периоду 1965–1969 гг. В составе ихтиофауны присутствовали сазан, сом, жерех и усач булат-маи, т.е. виды, обитавшие в канале и Среднем течении Амударьи. Одновременно с ними в водоем попали вселяемые в Каракумский канал дальневосточные пелагофильные рыбы белый толстолобик и белый амур. Хотя численность этих видов пополнялась искусственно, но в водоеме с первых лет его существования создались благоприятные условия для их естественного воспроизводства. Из непромысловых видов в водохранилище, скорее всего, попала полосатая быстрянка, которая в отдельных участках канала была многочисленна (табл. 1)

В структуре уловов рыб на первом этапе доминировали фитофильные виды древнего верхнетретичного фаунистического комплекса (рис. 1). Доминирующий комплекс был представлен сазаном, сомом и жерехом. В данный период наблюдался рост индекса разнообразия уловов, а траектория системы на фазовом портрете – куполообразная кривая, характерная для формирующихся систем. Скорость изменения разнообразия в начале этапа возрастала, а в конце уменьшалась (рис. 2). Ранее при естественном формировании рыбного населения как равнинных, так и предгорного водохранилища скорость структурных перестроек (изменения индекса разнообразия по модулю) в течение всего первого этапа формирования росла, а второго – убывала (Терещенко, Надиров, 1996; Терещенко, Стрельников, 1997; Терещенко и др., 2006). Это означает, что уже на I этапе на формирование рыбного населения Хаузханского водохранилища стал действовать дополнительный фактор, влияющий на его структурные перестройки. Прежде всего, это – вселение растительноядных видов рыб. В 1968 году они появились в промысловых уловах. В дальнейшем вылов этих видов увеличивался (рис. 3), хотя их доля в уловах к концу I этапа не превышала 5%.

Таким образом, в Хаузханском водохранилище в отличие от водоемов с естественным формированием ихтиофауны мощным фактором дальнейшего изменения, как в сообществе, так и в его рыбной части, стало вселение с первых лет его существования растительноядных рыб. После окончания I этапа с 1970 г. отмечено резкое увеличение численности их популяций, которые находились на третьей фазе натурализации – фазе освоения территории и роста численности (Карпевич, 1975). Поэтому после I этапа в формировании рыбного населения водоема наступил «этап акклиматизантов».

а



б

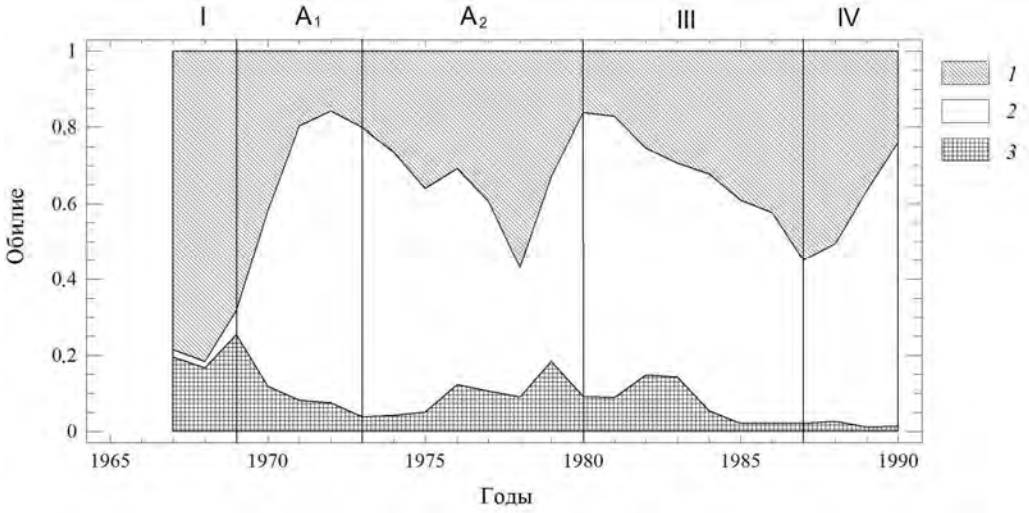


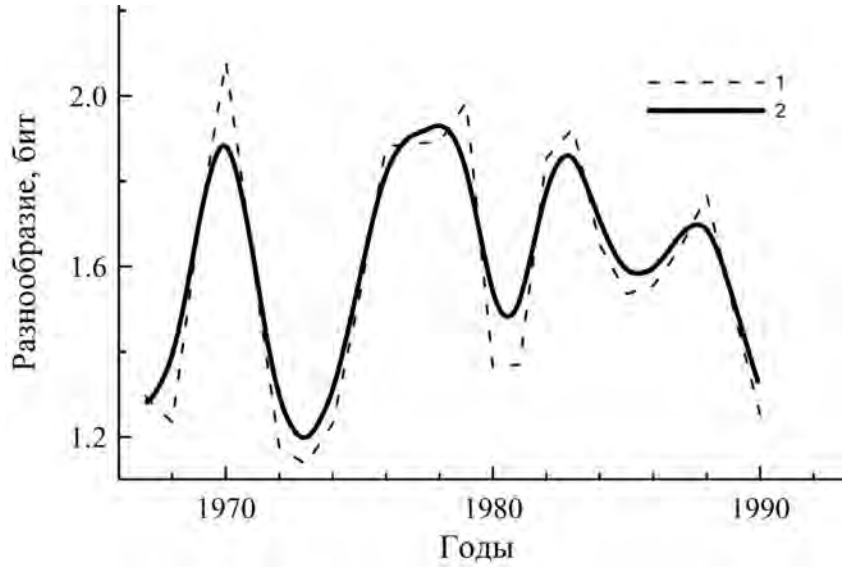
Рисунок 1 - **Динамика соотношения рыб, принадлежащих к различным фаунистическим комплексам (а) и экологическим группам, различающихся по отношению к нерестовому субстрату (б) в промысловых уловах Хаузханского водохранилища**

а) *1* – древний верхнетретичный или амфибореальный; *2* – понтический пресноводный; *3* – бореально-равнинный; *4* – китайский равнинный.

б) *1* – фитофилы; *2* – пелагофилы; *3* – строящие гнезда.

I, A_1, A_2, III, IV – этапы формирования рыбного населения

а



б

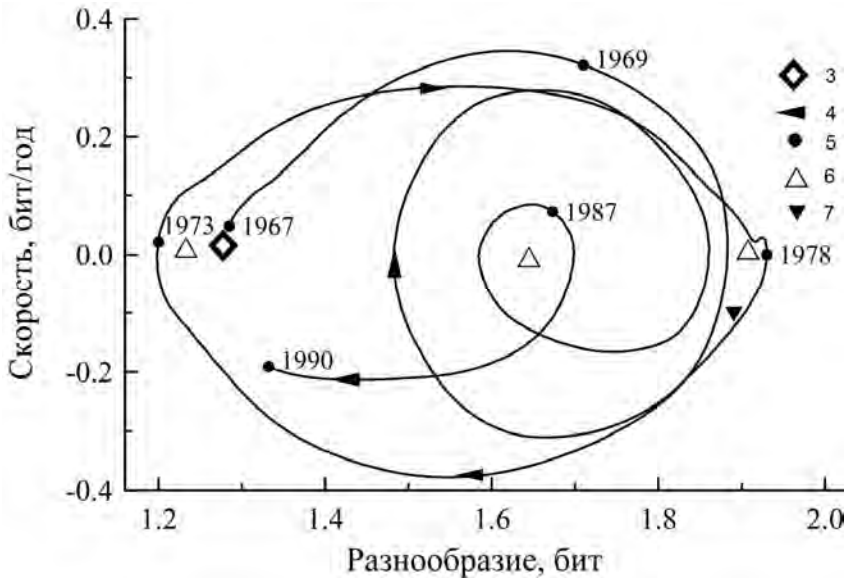


Рисунок 2 - **Динамика разнообразия (а) и динамический фазовый портрет (б) видовой структуры уловов рыб Хаузханского водохранилища**

1 – исходные данные; 2 – сглаженные данные; 3 – исходное состояние системы; 4 – направление перемещения; 5 – состояние системы в год, указанный рядом с кривой; 6 – устойчивое состояние; 7 – критическая точка в функционировании рыбного населения

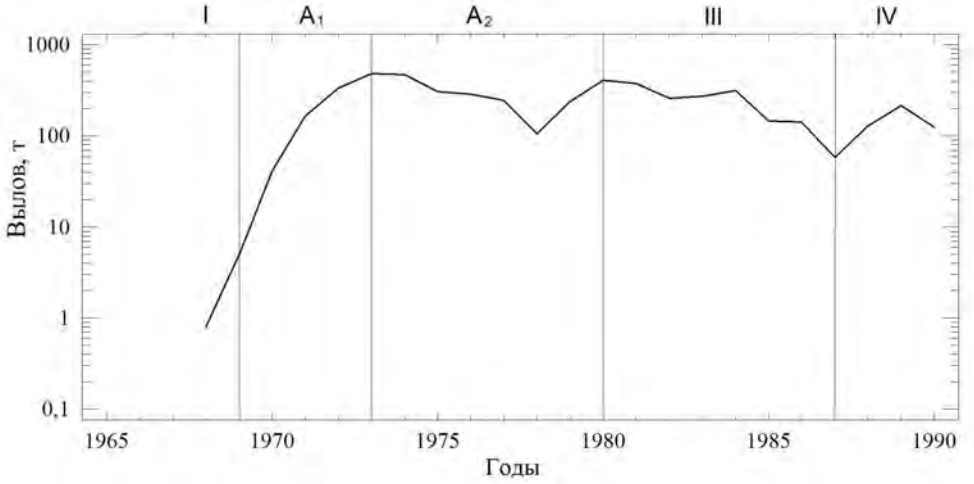


Рисунок 3 - **Динамика вылова растительноядных рыб в Хаузханском водохранилище**

С 1970 г. наблюдалось резкое увеличение численности вселенных белого толстолобика и белого амура (рис. 3), составляющих к 1973 г. около 75% общего улова. Росли также уловы сазана, а усача уменьшались. В составе доминирующего комплекса появились вселенцы – толстолобик и белый амур, а из прежних видов остался только сазан.

Дальнейшее увеличение видового богатства ихтиофауны водохранилища связано с появлением в водоеме обыкновенного судака, серебряного карася и леща. Судак в промысловых уловах появился в 1971 г., а карась и лещ – соответственно в 1976 и 1978 гг. Эти виды обитали в низовьях Амударьи и Сырдарьи и могли появиться в Среднем течении Амударьи, канале и Хаузханском водохранилище в связи с зарегулированием стока реки и регрессией моря. Вместе с тем, известно, что в 1970 г. 870 разновозрастных особей судака из оз. Бийликуль (Казахстан) выпущено в Хаузханское водохранилище (Сальников, Бушева, 1986). В 1971 г. вид стал промысловым, уловы которого росли. Поэтому появление обыкновенного судака в водохранилище, скорее всего, связано с акклиматизационными работами, а серебряного карася и леща с процессом миграции рыб из Амударьи и Аральского моря. Вместе с лещем в водоем проникла и аральская шемая (Сальников, 1995).

При естественном формирования ихтиофауны водохранилищ после их заполнения в развитии рыбного населения наступал II этап, названный «период депрессии» (Кузнецов, 1997; Сальников, Решетников,1991, Терещенко, Надиров, 1995 и др.). В этот период: по сравнению с первым этапом снижались продуктивность некоторых звеньев, эффективность размножения, индивидуальная плодовитость и рост рыб, удлинялось время полового созревания, наблюдалась асинхронность развития различных компонентов экосистемы.

До 1970 г. в Хаузханском водохранилище разнообразие рыбного населения повышалось, а в дальнейшем до 1973 г. – уменьшалось (рис. 2.а). В уловах виды, относящиеся к амфибореальному и понтическому пресноводному фаунистическому комплексу, замещались на виды китайского равнинного комплекса. При этом уменьшалось относительное обилие фитофильных рыб и сома, а возрастало – пелагофильных рыб (рис. 1).

К 1973 году рыбное население подошло к равновесному состоянию, соответствующему разнообразию уловов 1.2 бит (рис. 2.б) и величине индекса доминирования 0.6. Скорость изменения разнообразия приблизилась к 0. Однако, в данном состоянии рыбное население не задержалась. Продолжались структурные перестройки, и к 1978 г. оно перешло в состояние, соответствующее уже разнообразию уловов 1.8 бит. Структурные перестройки продолжались и дальше. Только начиная с 1980 года, траектория движения рыбного населения на динамическом фазовом портрете стала закручивающейся спиралью у состояния, соответствующего разнообразию уловов 1.65 бит. Это указывает на то, что в формировании рыбного населения водохранилища наступил III этап. К этому времени уменьшилась амплитуда колебаний индексов разнообразия и доминирования, стабилизировалось относительное обилие рыб, принадлежащих к различным фаунистическим комплексам и экологическим группам (рис. 1, 2 а).

Таким образом, в формировании рыбного населения Хаузханского водохранилища «этап акклиматизантов» продолжался с 1966 по 1977 годы, а в уловах он соответствовал периоду с 1969 по 1980 годы. Исходя из состава доминирующего комплекса, динамического фазового портрета и динамики соотношения рыб, принадлежащих к различным фаунистическим комплексов и экологическим группам «этап акклиматизантов» можно разделить на два периода – “этап акклиматизантов A_1” (в экосистеме водоема 1966 – 1970 гг., а в уловах рыб - 1969-1973 гг.) и “этап акклиматизантов A_2” (в экосистеме водоема 1970–1977 гг., а в структуре уловов 1973 - 1980 гг.).

Характерной чертой “этапа акклиматизантов A_1” можно считать резкое увеличение с выходом на плато численности популяций белого толстолобика и белого амура. натурализация которых прошла на высоком уровне численности вселенцев (рис. 3). Одновременно шло уменьшение уловов жереха и короткоголового усача. В составе доминирующего комплекса белый толстолобик и белый амур заместили сома и жереха. Причем толстолобик, доля в уловах которого возросла до 75%, стал супердоминантом. В водоеме появился судак. Описанные изменения проходили на фоне процессов, характерных для II этапа формирования ихтиофауны многих водохранилищ, которые частично также внесли свою лепту в структурные перестройки рыбного населения. Шло разложение затопленной растительности, ухудшились условия обитания оксифильных видов и воспроизводства фитофильных видов рыб, а вспышка численности растительноядных рыб дополнительно это усугубила. К концу “этапа акклиматизантов A_1” процесс акклиматизации и натурализации растительноядных

рыб в Хаузханском водохранилище завершился в 1973 г., а уловы белого толстолобика достигли максимальной величины.

Второй период «этапа акклиматизантов» A_2, который в уловах соответствовал периоду 1973 - 1980 гг., характеризовался появлением в водоеме новых вселенцев – карася, леща и аральской шемаи. Доминирующими видами остались белый толстолобик, теряющий статус супердоминанта, и сазан, уловы которого возрастали. Рыбное население к концу периода пришло в равновесное состояние, соответствующее индексу разнообразия 1.9 бит, и индексу доминирования уловов 0,4. По сравнению с периодом A_1 увеличилось обилие видов фитофильных и строящих гнезда за счет судака. В уловах появился серебряный карась, относящийся к бореальному равнинному фаунистическому комплексу (рис. 1).

В начале 1980-х гг. структура уловов рыб стала стабилизироваться (рис. 2). Это говорит о том, что в формировании ихтиофауны Хаузханского водохранилища с конца 1970-х гг. (в структуре уловов с 1980 г.) наступил III этап, названный этапом стабилизации. Рыбное население водохранилища в этот период стремилось к равновесному состоянию, соответствующему разнообразию уловов 1.65 бит и величине индекса доминирования 0.4. По-прежнему в доминирующий комплекс входил толстолобик, ставший опять супердоминантом, а сазана заместил лещ. В то же время, наряду с доминантом в уловах существенное значение приобрел карась, а уловы судака по сравнению с этапом A_2 уменьшились. III этап формирования ихтиофауны соответствовал промысловым уловам 1980–1987 гг. Поскольку траектория системы на фазовом портрете в данный период стала закручивающейся спиралью, то рыбное население приходило в равновесное состояние. Отмечена стабилизация относительного обилия видов, относящихся к разным экологическим группам и фаунистическим комплексам, уменьшалась амплитуда колебаний индекса разнообразия уловов рыб. Кратко изменения в экосистеме на третьем этапе формирования экосистемы можно характеризовать следующим образом (Кузнецов, 1997): развитие отдельных компонентов и их взаимосвязь пришла в динамическое равновесие, началось эвтрофирование водоема, произошла стабилизация уровня продуктивности всех звеньев на новом качественном составе, улучшились биологические показатели рыб.

Аккумуляционный эффект водохранилища приводит к резкому возрастанию эвтрофирования, загрязнению водоема и переходу рыбного населения на четвертый этап формирования, характеризуемый усилением антропогенного воздействия и приводящий к разбалансировке экосистемы, названный «Периодом ухудшения условий» (Сальников, Решетников, 1991) или «Дестабилизацией» (Кузнецов, 1997).

Судя по динамическому фазовому портрету формировании рыбного населения Хаузханского водохранилища IV этап наступил в 1984 г., а в структуре уловов проявился в 1987 г.. Отмечалось уменьшение разнообразия рыбного населения (рис. 2, а) и его выход из равновесного состояния (рис. 2, б). Наблюдалось уменьшение обилия фитофильных видов и рыб, принадлежащих к понтическому пресноводному фаунистическому комплексу.

Известно, что в конце 1970-х годов шло заиление головного на Каракумском канале Келифского водохранилища. Как следствие оно потеряло своё значение – отстойника для твёрдого стока, что уменьшило эффективность естественного воспроизводства растительноядных рыб на данном участке канала и снизило биомассу зоопланктона. В результате уменьшилось поступление молоди вселенцев в Хаузханское водохранилище (Алиев и др., 1994). Дополнительно шло эвтрофирование водоёмов. Наблюдался процесс регрессии естественных пресноводных экосистем, в том числе и Хаузханского водохранилища. Так, сократились размеры экосистемы, произошло заиление и уменьшение его водных запасов.

Таким образом, вселение растительноядных пелагофильных видов с первых лет существования водоема изменило ход естественного формирования рыбного населения Хаузханского водохранилища и появления нового этапа, названного «этапом акклиматизантов». Данный этап формирования по особенностям процесса структурной перестройки видовой структуры можно разбить на два периода.

Кроме того в равнинных водохранилищах на I этапе формирования ихтиофауны создавались благоприятные условия для нереста фитофильных видов. В результате отмечалось повышение в уловах доли относительно быстро созревающих видов бореально-равнинного фаунистического комплекса плотвы и щуки (Гордеев, 1971; Терещенко, Стрельников, 1997; Кузнецов, 1997, Терещенко и др., 2004). В Хаузханском водохранилище на данном этапе из-за бедности состава ихтиофауны, попавшей в водоем, отсутствовали виды бореально-равнинного фаунистического комплекса и не отмечено вспышки хищников

Воздействие влияющих на воспроизводство и существование популяций рыб антропогенных и климатических факторов определили значительный уровень колебаний численности рыб и структурные перестройки в рыбном населении. В формировании ихтиофауны Хаузханского водохранилища к концу 80-х годов прошлого столетия уже наступил IV этап – этап усиления антропогенного воздействия и дестабилизации.

Анализ структурных перестроек рыбного населения Хаузханского водохранилища показал, что вселение в водоем одновременно с его залитием не обитавших там, но адаптированных к новым условиям видов рыб, может внести существенные изменения в процесс формирования ихтиофауны. В конечном счете, это может привести к образованию новой рыбной части сообщества, функционирование которой основано не на аборигенних видах рыб, а на вселенцах. При этом появление нового этапа - "этапа акклиматизантов"- удлиняет и усложняет процесс формирования ихтиофауны.

Литература

Алиев Д.С., Веригина И.А., Световидова А.А. Видовой состав рыб, завозимых вместе с белым амуром и толстолобиком из Китая //Проблемы рыбохозяйственного использования растительноядных рыб в водоёмах СССР. Ашхабад: Изд-во АН ТССР, 1963. С. 178-180.

Алиев Д.С. Роль растительноядных рыб в реконструкции промысловой ихтиофауны и биологической мелиорации водоемов // Вопр. ихтиологии, 1976. Т.16. Вып. 2. С. 247-262.

Алиев Д.С., Суханова А.И., Шакирова Ф.М. Рыбы внутренних водоемов Туркменистана. Ашхабад: Ылым, 1988. 153 с.

Алиев Д.С., Суханова А.И., Шакирова Ф.М., Малахова Т.В. Растительноядные рыбы в Туркменистане. Ашхабат: Ылым, 1994. 326 с.

Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России / Под ред. Решетникова Ю.С. М.: Наука, 1998. 219 с.

Атлас пресноводных рыб России. В 2-х т. / Под ред. Решетникова Ю.С. М.: Наука, 2003. 253, 379 с.

Гордеев Н.А. Этапы формирования ихтиофауны Рыбинского водохранилища // Волга-1: Тез. докл. Куйбышев: Куйбыш. книж. из-во, 1971. С. 244-254.

Исаев А.И., Карпова Е.И. Рыбное хоз-во водохранилищ. М.: Пищев. пром., 1989. 255 с.

Карпевич А.Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. М.: Пищев. пром., 1975. 432 с.

Крыжановский С.Г. Экологические группы рыб и закономерности их развития. Изв. ТИНРО. М., 1948. Т.27. С. 3–114.

Крыжановский С.Г. Эколого-морфологические закономерности развития карповых, вьюновых и сомовых рыб // Тр. Ин-та морфол. животных АН СССР, 1949. Вып. 1. С. 5-332.

Кузнецов В.А. Изменения экосистемы Куйбышевского водохранилища в процессе его формирования // Вод. Ресурсы, 1997. Т.24. № 2. С. 228-233.

Мухамедиева Ф.Д. Сальников В.Б. Материалы по морфологии и экологии сома *Silurus glanis* L. Хаузханского водохранилища //Изв. АН ТССР. Сер. биол. наук, 1980. №2. С. 34-39.

Мухамедиева Ф.Д. Сальников В.Б. К биологии аральского жереха Копетдагского водохранилища //Изв. АН ТССР. Сер. биол. наук, 1985. №1. С. 17-26.

Никольский Г.В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб. М.: Пищев. пром., 1980. 184 с.

Павлов Д.С., Алиев Д.С., Шакирова Ф.М. и др. Биология рыб Сарыязынского водохранилища. М.: изд-во: Гидропроект, 1994. 174 с.

Решетников Ю.С. Шакирова Ф.М. Зоогеографический анализ ихтиофауны Средней Азии по спискам пресноводных рыб //Вопр. ихтиологии, 1993. Т. 33. №1. С. 37-45.

Рыбы в заповедниках России. Т. 1 / Под ред. Решетникова Ю.С. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. 627 с.

Сальников В.Б. К биологии сазана *Cyprinus carpio* L. Хаузханского водохранилища // Изв. АН ТССР. Сер. биол. наук, 1989. №6. С. 50-56.

Сальников В.Б. Возможные изменения в составе ихтиофауны после завершения строительства Каракумского канала в Туркменистане //Вопр. ихтиологии, 1995. Т. 35. № 3. С. 365-373.

Сальников В.Б. Антропогенные переселения рыб в Туркменистане //Вопр. ихтиологии, 1998. Т. 38. № 5. С. 615-626.

Сальников В.Б., Бушева Т.Н. Биология и рыбохозяйственное использование судака Хаузханского водохранилища // Динамика численности промысловых рыб. М.: Наука, 1986. С. 204-215.

Сальников В.Б., Бушева Т.Н. Биология леща *Abramis brama orientalis* Berg Хаузханского водохранилища // Изв. АН ТССР, сер. биол. наук, 1990. С. 39-46

Сальников В.Б., Решетников Ю.С. Формирование рыбного населения искусственных водоемов Туркменистана //Вопр. ихтиологии, 1991. Т. 31. Вып. 4. С. 565-575.

Терещенко В.Г.. Терещенко Л.И., Сметанин М.М. Оценка различных индексов для выражения биологического разнообразия сообщества // Биоразнообразие: Степень таксономич. изученности. М.: ИПЭЭ РАН, 1994. С. 86-98.

Терещенко В.Г., Вербицкий В.Б. Метод фазовых портретов для анализа динамики структуры сообществ гидробионтов // Биология внутренних вод, 1997. № 1. - С. 23-31.

Терещенко В.Г., Надиров С.Н. Формирование структуры рыбного населения предгорного водохранилища // Вопр. ихтиологии, 1996. Т. 36. Вып. 2. С. 169-178.

Терещенко В.Г., Стрельников А.С. Анализ многолетних изменений в рыбной части сообщества Рыбинского водохранилища//Вопр. ихтиологии, 1997. Т. 37. Вып. 5 . С. 625-634.

Терещенко В.Г., Трифонова О.В., Терещенко Л.И Формирование структуры рыбного населения водохранилища при интродукции новых видов рыб с первых лет его существования // Вопр. ихтиологии, 2004. Т. 44. №5. С. 619-634.

Терещенко В.Г. Динамика разнообразия рыбного населения озер и водохранилищ России и сопредельных стран: Автореф. дис. … докт. биол. наук. СПб., 2005. 49 с.

Терещенко, В.Г., Кузнецов В.А., Козловский С.В. Шакирова Ф.М. Оценка состояния экосистем внутренних водоемов на основе анализа структурного фазового портрета рыбной части сообщества // Ж "Ученые записки Казанского государственного университета", серия: естественные науки, 2006. Т.148. Кн.1. С. 35-44.

Чарыев Р.О. О некоторых последствиях вселения и акклиматизации белого амура *Ctenopharyngodon idsella* (Val.) (Cyprinidae) в Каракумском канале // Вопр. ихтиологии, 1984. Т. 21. Вып. 3. С. 385-392.

Шакирова Ф.М., Суханова А.И. Ихтиофауна Туркменистана (состав и распространение) //Изв. АН ТССР, сер. биол. наук, 1993. №3. С. 35-45.

Atayew K., Salnikow W, Saparmyradow J., et al. Turkmenistanyn onurgaly haywanlary (sistematikasy, turkmence, rusca we latynca atlary). Asgabat, 2010. C. 5-12.

Pielou E.C. Mathematical Ecology. New York: 1977. 385 p.

Verbitsky V.B., Tereshchenko V.G. Structural phase diagrams of animal communities in assessment freshwater ecosystem conditions. // Hydrobiologia, 1996. 322: 277-282.

Shakirova F.M. Present-day condition of ichthyofauna in reservoirs of Turkmenistan // The Handbook of Environmental Chemistry, 2013, Vol. 28 //The Turkmen Lake Altyn Asyr and Water Resources in Turkmenistan. pp. 233-259.

ABSTRACT. We consider the long-term dynamics of the species structure of the fish community Hanhowuz Reservoir (Turkmenistan) from time to time its completion in 1966 until 1990. Analyzed the trajectory of the community movement in the dynamic phase portrait, changes in the dominant and the complex dynamics of the relative abundance of the catch groups of fish belonging to various complexes of faunal and environmental groups. It is shown that invasion of herbivorous fish the first years of the existence of the reservoir led to the formation of a new phase of its fish fauna, called "step acclimatized" and lengthen the process of formation. Currently, fish population Hanhowuz Reservoir is located at the IV stage of formation - stage amplification of human impact.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНКАПСУЛИРОВАННЫХ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ СЕНСОРОВ ДЛЯ ПРИЖИЗНЕННОГО МОНИТОРИНГА РН ГЕМОЛИМФЫ БАЙКАЛЬСКИХ ЭНДЕМИЧНЫХ АМФИПОД

Е.П. Щапова[1], А.Н. Гурков[1], Д.С. Бедулина[1], И.В. Белоусова[1,2], Е.В. Борвинская[1,3], Б.К. Бадуев[1], И.В. Меглинский[1,4], М.А. Тимофеев[1]

[1]Иркутский государственный университет, Иркутск

[2]Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск

[3]Институт биологии Карельского научного центра, Петрозаводск

[4]Университет Оулу, Оулу, Финляндия

shchapova.katerina@gmail.com

Наблюдаемые сегодня глобальное изменение климата и антропогенное загрязнение окружающей среды могут привезти к резкому ухудшению экологической ситуации во многих водоёмах, существенному снижению качества питьевой воды и темпов производства в различных отраслях народного хозяйства (Deutsch, 2015). В первую очередь это касается локальных пресноводных экосистем, поскольку именно благодаря своей значимости в жизни человека, они чаще попадают в сферу промышленного освоения. В результате, именно на пресноводные водоёмы оказывается наибольшая антропогенная нагрузка, в основном носящая негативный характер (Chuiko, 2007).

Сложившаяся ситуация обусловливает необходимость разработки новых эффективных методов оценки физиологического состояния гидробионтов, с целью интенсификации и ускорения работ при проведении экологического мониторинга и биотестирования. Небольшие размеры организмов (Altenburger et al., 2015), наиболее удобных для использования в биотестировании, не позволяют проводить прижизненный отбор внутренних сред организма для анализа его физиологического состояния. Это приводит к использованию в проводимых экспериментальных работах большего количества особей (что замедляет анализ) и повышает погрешность измерений из-за влияния внутривидовой вариабельности.

В настоящее время всё большую популярность набирают методы прижизненного исследования физиологических параметров живого организма, предполагающие введение в организм микроскопических оптических сенсоров (Ruckh and Clark, 2014). Преимущество таких методов заключается в возможности с высокой скоростью и в реальном времени исследовать изменения в организме. Одним из наиболее перспективных типов сенсоров являются инкапсулированные флуоресцентные красители, спектры которых чувствительны к различным химическим и физическим характеристикам растворов. Существует большое разнообразие флуоресцентных красителей, чувствительных к таким показателям как pH, содержание метаболитов и ионов (Sahari, 2015; Johnson & Spence, 2011). Данные

сенсоры изменяют цвет или интенсивность флуоресценции при изменении соответствующего параметра. Инкапсуляция данных красителей в полупроницаемые оболочки позволяет применять их внутри живого организма и легко визуализировать с помощью флуоресцентного микроскопа. Благодаря полупроницаемости оболочки краситель не может выйти за её пределы и оказать токсический эффект на организм, но в то же время остаётся чувствительным к изменению его физиологических параметров.

Озеро Байкал является одним из уникальных природных объектов, флора и фауна которого отличается высокой степенью эндемизма и биоразнообразия. Озеро является с одной стороны крупнейшим резервуаром питьевой воды на планете, который содержит 20% всех имеющихся запасов пресной воды, а с другой — чувствительной экосистемой, чьи эндемичные обитатели приспособлены к относительно узкому спектру условий среды (Тимошкин, 2001; Tsydenov, 2015). В последние годы мониторинг состояния экосистемы озера Байкал особенно актуален в свете развития непрямой эвтрофикации его прибрежной зоны (Tsydenov, 2015; Сороковикова, 2015) наблюдаемой в акватории озера Байкал в последние годы. В частности, в прибрежных районах наблюдается массовое распространение водорослей и макрофитов, вызывающее гибель эндемичных бентосных животных.

Байкальские амфиподы являются важным компонентом экосистемы озера и населяют преимущественно бентосную зону озера. По таксономическому разнообразию (более 350 видов и подвидов, 41 род и 6 семейств) фауна амфипод в Байкале не имеет аналогов среди континентальных водоёмов мира (Takhteev, 2015). Это 4,3% всей мировой фауны амфипод, более 45% пресноводных видов и подвидов (без учета подземных) и 10% видового разнообразия всей байкальской фауны (Тахтеев, 2001). Амфиподы населяют все глубины озера, от линии уреза воды до глубоководного ложа, и все типы субстратов, а разнообразие образа жизни отражено в большом богатстве их жизненных форм. По этим причинам байкальские амфиподы могут быть использованы в качестве модельной группы для разработки новых эффективных методов экологического мониторинга озера Байкал. Учитывая значимость амфипод для разнообразных водоёмов в качестве индикаторных видов (Немова, 2012), разработанные на байкальских амфиподах методы мониторинга могут быть применены в будущем и к другим озёрам и пресноводным водоёмам.

В данной работе на примере байкальских эндемичных амфипод продемонстрирована возможность получения оптического сигнала, свидетельствующего о физиологических параметрах живого организма, от инкапсулированных флуоресцентных сенсоров.

В качестве объектов исследования был выбран байкальский эндемичный вид амфипод *Eulimnogammarus verrucosus* (Gerstf.,1858), типичный обитатель нижнего отдела литорали. Это один из наиболее широко распространённых байкальских видов амфипод. Амфиподы были отловлены на берегу Байкала на глубине около 0,5 м возле п. Листвянка (51°52'05.5"N 104°49'47.1"E) в апреле 2016 г (температура

воды при отлове составила 1,8 °С). Животные были доставлены в лабораторию и акклимированы к 6 °С в аквариумах объемом 2,5 л в байкальской воде при интенсивной аэрации. Температура акклимации соответствует среднегодовой температуре прибрежной зоны озера Байкал и предпочитаемой температуре для данного вида. Смену воды производили каждые два дня, после чего кормили высушенной и измельчённой смесью водорослей из места отлова.

Инкапсуляцию pH-чувствительного сенсора SNARF-1, конъюгированного с декстраном, (Thermo Fisher Scientific, D3304) проводили с помощью метода послойного нанесения противоположно заряженных полимеров. Благодаря полупроницаемости полученной полимерной оболочки краситель не может выйти за её пределы и оказать влияние на организм, но остаётся чувствительным к изменению его физиологических параметров. SNARF-1 предварительно копрецепитировали в микроядра карбоната кальция. Микрокапсулы получали послойной адсорбцией отрицательно заряженного полистиролсульфоната натрия (PSS) и поли (аллиламин гидрохлорида) (PAH) на поверхности пористых микроядер, содержащих SNARF-1. Повышения биосовместимости микрокапсул добивались благодаря наслоению сополимера поли-L-лизина и полиэтиленгликоля (PLL-g-PEG) (Sadovoy , 2012; Gurkov, 2016) . На последнем этапе микроядра карбоната кальция растворяли с помощью ЭДТА (Бородина, 2007).

Инкапсулированные pH-сенсоры инъецировали в вентральную часть переона амфипод с помощью инсулинового шприца. В ходе работы был подобран оптимальный объём инъекций, составляющий 5 мкл взвеси микрокапсул. Для визуализации микрокапсул, содержащих флуоресцентный сенсор, внутри животных, амфипод помещали в ячейку с байкальской водой. Животное закрепляли на боку с помощью трубки, из которой постоянно откачивалась вода. Откачиваемая вода поступала термостат для охлаждения и возвращалась в ячейку, что позволяло поддерживать в ячейке температуру в диапазоне 5-8 °С. Измерения pH гемолимфы проводили для 20 амфипод в течение 12 часов. Между измерениями животные содержались в условиях акклимации.

Получение сигнала от микроинкапсулированных сенсоров, введённых в амфипод, проводили, используя микроскоп Микмед-2 (ЛОМО, Россия), спаренный со спектрометром QE Pro (Ocean Optics, США). Перед инъекциями проводили калибровку инкапсулированных pH-сенсоров. Микрокапсулы помещали в буферные растворы с pH 6.0-8.8 в диапазоне и при pH 2. Микрокапсулы в буферных растворах визуализировали с помощью объектива 40x и спектральный сигнал регистрировали сразу после фиксации объекта под освещением, чтобы минимизировать фоторазложение флуоресцентного сенсора. Протонированная и депротонированная форма SNARF-1 обладают разными спектрами флуоресценции, пики которых находятся в разных диапазонах. pH раствора может быть измерен по соотношению высоты пиков данных спектров флуоресценции. В данной работе для калибровки и дальнейших прижизненных измерений pH использовано отношение интенсивности флуоресценции SNARF-1 между длиной волны 605 нм и 640 нм.

Было обнаружено, что спектр автофлюоресценции спинной части переона амфипод находится в функциональном диапазоне используемого красителя SNARF-1. Для решения этой проблемы удалось разложить получаемый из амфипод суммарный спектр с помощью множественной линейной регрессии на 3 основных компонента: «кислый» спектр флуоресценции протинированного SNARF-1 при pH 2, «щелочной» спектр флуоресценции депротонированного SNARF-1 при pH 8,8 и спектр автофлуоресценции спинной части переона *E. verrucosus*. В используемой оптической системе эти спектры имеют пики около 610, 627 и 640 нм соответственно, поэтому вклад каждого спектра в получаемый суммарный спектр оказался различим. Множественную линейную регрессию проводили в спектральном диапазоне 600-650 нм в пакете Scilab с помощью функцией *regres* из панели инструментов Stixbox (Scilab Enterprises, 2012). После построения регрессионной модели, спектр аутофлуоресценция вычитали из исходного спектра для расчёта соотношения интенсивностей флуоресценции SNARF-1 точно так же, как это было сделано для калибровочной линии. Благодаря данной процедуре удалось измерить pH гемолимфы внутри системы кровообращения амфипод.

Измеренные с помощью инкапсулированных флуоресцентных сенсоров значения pH гемолимфы *E. verrucosus* согласуются с данными, полученными с помощью pH-метра с микроэлектродом. Показания инкапсулированных pH-сенсоров для всех амфипод в условиях акклимации находились в диапазоне 7,9-8,3. Данный результат открывает широкие перспективы дальнейшего развития данной технологии для её применения в экофизиологических и экотоксикологических исследованиях на примере байкальских амфипод, а впоследствии — для разработки более эффективных методов биотестирования и экологического мониторинга озера Байкал.

Коллектив авторов благодарит Lena Jakob (Helmholtz centre for polar and marine research — Alfred Wegener institute) за помощь в проведении данной работы. Работа проведена при финансовой поддержке грантов РНФ №15-14-10008 и РФФИ №15-29-01003.

Литература

ltenburger R. Future water quality monitoring--adapting tools to deal with mixtures of pollutants in water resource management./ R. Altenburger, S. Ait-Aissa, P. Antczak// Sci Total Environ., 2015

Chuiko G.M. Chemical contamination of the Rybinsk Reservoir, northwest Russia: Relationship between liver polychlorinated biphenyls (PCB) content and health indicators in bream (Abramisbrama) / G.M. Chuiko, D.E. Tillitt, J.L. Zajicek // Chemosphere. – 2007. – V. 67.– I. 3. – P. 527-536.

Deutsch C. Climate change tightens a metabolic constraint on marine habitats/ C. Deutsch , A. Ferrel, B. Seibel, H. Pörtner, R. B. Huey // Science 2015– V. 348– P. 1132–1135

Gil P.R. Nanoparticle-modified polyelectrolyte capsules/ P.R. Gil, L. L. Mercato, P. Pino, A. M. Javier, W. J. Parak // Nanotody, 2008 – V. 3 – P. 12–21

Gurkov A.N. Injections of Encapsulated pH Sensor SNARF-1 do not Induce Apparent Stress Reaction in Larvae of Endemic Baikal *Caddisflies Baicalina thamastoides*. / A.N. Gurkov, I.A. Belousova, E.P. Shchapova, B.K. Baduev, K.P. Vereshchagina, M.A. Timofeyev.// journal of stress physiology & biochemistry, 2016 – V. 12– No. 1 – P. 52-59

Johnson I. & Spence M.T.Z. (2011) Molecular Probes Handbook, A Guide to Fluorescent Probes and Labeling Technologies. Life Technologies (Invitrogen), NY, USA.

Ruckh T.T. Implantable Nanosensors: Toward Continuous Physiologic Monitoring./ T.T. Ruckh, H.A. Clark// Anal. Chem., 2014 – 86 (3) – P. 1314–1323

Sadovoy A.V. Layer-by-Layer Assembled Multilayer Shells for Encapsulation and Release of Fragrance /A.V. Sadovoy. M.V. Lomova, M.N. Antipina, N.A. Braun, G.B. Sukhorukov, M.V. Kiryukhin // ACS Appl. Mater. Interfaces, 2013, – 5 (18), – P. 8948–8954

Sahari A. Development of an Optical Nanosensor Incorporating a pH-Sensitive Quencher Dye for Potassium Imaging./ Ali Sahari, Timothy T. Ruckh, Richard Hutchings, H.A. Clark// Anal. Chem., 2015, – V. 87 (21), – P. 10684–10687

Takhteev V.V. Checklist of the Amphipoda (Crustacea) from continental waters of Russia, with data on alien species./ V.V. Takhteev, N.A. Berezina, D.A. Sidorov// Arthropoda Selecta, 2015 – V. 24 – P. 335-370

Tsydenov B.O. Numerical Modelling of Pollutant Propagation in Lake Baikal during the Spring Thermal Bar. /B.O. Tsydenov, A. Kay, A.V. Starchenko// Procedia Com.Science, 2015 –V. 51 – P. 2658-2662

Бородина Т.Н. Полиэлектролитные микрокапсулы как системы доставки биологически активных веществ. / Т.Н. Бородина, Л.Д. Румш, С.М. Кунижев, Г.Б. Сухоруков, Г.Н. Ворожцов, Б.М. Фельдман, Е.А. Марквичева// Биомедицинская химия, 2007 – Т. 53, вып. 5, – С. 557-565.

Немова Н.Н. Амфиподы как индикаторы характера воздействия антропогенных факторов на прибрежные акватории белого моря / Н.Н. Немова, В.В. Богдан, Г.А. Шкляревич // Ученые записки петрозаводского государственного университета. – 2012. –Вып. 4. – С. 8-1

Сороковикова Л.М. и др. Оценка качества вод притоков озера Байкал по химическим показателям / Л.М. Сороковикова, В.Н. Синюкович, И.В. Томберг, И.И. Маринайте, Т.В. Ходжер // География и природные ресурсы 2015 № 1 – С. 37–45

Тахтеев В.В. Море загадок. Рассказы об оз. Байкал / В. В. Тахтеев. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2001. – 160 с.

Тимошкин О.А. Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна / О. А. Тимошкин [и др.] // Новосибирск: Наука, 2004. – Т. 2. – Библиогр.: с. 790.

ABSTRACT. We demonstrate possibility of remote measurements of the hemolymph pH in vivo on the example of endemic amphipod *Eulimnogammarus verrucosus* from Lake Baikal. The obtained data are in accordance with the values previously measured by micro pH electrodes and opens new opportunities for application of encapsulated fluorescent sensors in animal stress assessment for purposes of environmental monitoring.

УДК 579.68

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД ЛИПЕЦКОЙ И ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

Л.Н. Юхименко[1], А.А. Дружинина[1], А.Н. Паршуков[2]
[1]Всероссийский НИИ пресноводного рыбного хозяйства, п. Рыбное, Московская обл., yln1937@mail.ru
[2]Институт биологии Карельского научного центра РАН

Микроорганизмы являются эффективными и надёжными индикаторами состояния водной среды и населяющих её гидробионтов, в связи с чем идёт активный процесс поиска объективных параметров и тестов для экспресс-диагностики и индикации, позволяющих получать оперативную и достоверную информацию о состоянии водной среды. Каждый водоём в естественном состоянии заселён микроорганизмами, занимающими различные экологические ниши. Среди основных групп бактерий выделяются гетеротрофные, которые участвуют в самоочищении водных экосистем, потребляя органические вещества. Загрязнение водоёма оказывает непосредственное влияние на аборигенную водную микрофлору и микробиоценоз рыб, изменяя их количественное и качественное соотношение. В этих условиях бактериальные показатели приобретают неоценимое индикаторное значение, позволяя выявлять различные источники и виды антропогенного воздействия, следствием которого могут быть структурные изменения в сообществах, имеющие как эпизоотическое, так и эпидемиологическое значение (Паршуков и др., 2015). Для этого было начато изучение видового состава рыбопатогенных и эпидемиологически значимых микроорганизмов в естественных водоёмах путём проведения комплексной оценки микробиоценотических сообществ и определения этиологической структуры выделенных микробиологических агентов для мониторинга эпизоотической ситуации.

Отбор проб осуществляли в 2012 - 2015 гг. Для исследований воды были выбраны водоёмы Липецкой и Тамбовской областей: водохранилища и реки с различными точками отбора проб. Всего было исследовано 68 проб воды из 130 точек и 94 пробы паренхиматозных органов от 47 рыб (табл. 1 и 2).

Точки отбора проб выбирались таким образом, чтобы равномерно были охвачены все характерные зоны водоёма.

Количественный посев воды производили на среды: эритритагар - определение общего микробного числа (ОМЧ), Эндо - определение энтеробактерий, аэромонад, не ферментирующих щелочеобразователей (НФЩ), Сабуро - определение грибковой флоры и миксобактерий, энтерококкагар - определение стрептококков (энтерококка), висмут-сульфит агар - определение бактерий тифо-паратифозной группы. На эти же среды производили посев проб печени и почек асептически вскрытой исследуемой рыбы.

Таблица 1 - **Общее количество исследованных проб воды**

Область	Водоём	К-во точек	К-во проб
Липецкая	Матырское в/х	10	28
	Р.Воронеж	16	32
	Р.Дон	9	23
	Всего:	**35**	**83**
Тамбовская	Р.Ворона	9	12
	Р.Цна	13	20
	Челнавское в/х	2	5
	Шушпанское в/х	4	5
	Р.Воронеж	5	5
	Всего:	**33**	**47**
	Общее количество:	**68**	**130**

Таблица 2 - **Общее количество обследованной рыбы**

Область	Точка отбора проб	Время отбора	К-во рыб	Роста нет	Рост есть	Микробиоценоз
Липецкая	Р.Воронеж	XI-2013	8	6	2	БГКП, плесневые грибы, НФЩ, аэромонады, Citrobacter
Тамбовская	Тамбовское в/х	VII-2013	12	6	6	A.sobria,Citrobacter sp.,БГКП, Ac. calcoaceticus, Moraxella sp.
		VIII-2013	10	6	4	БГКП, A.sp.8, A.sobria, Bac.sp.
	Р.Цна	XI-2013	8	4	4	БГКП, Citrobacter sp., A.sp.5
		X-2015	9	5	4	БГКП, A.sp.4, A.sp.5, A.sobria
	Всего:		**47**	**27**	**20**	

Все исследования выполнены согласно общепринятым методам (Лабораторный практикум, 1983). Для установления систематической принадлежности микроорганизмов использовали Определитель бактерий Берджи (1997). Вирулентность аэромонад определяли на ДНКагаре фирмы Дифко (Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб, 1999).

Для индикации экологических последствий изменения характеристик пресноводных водоёмов необходимо иметь сведения о составе соответствующей микрофлоры и её функциональной активности в среде обитания. Микробиоценотические сообщества входят в структурную цепь водных экосистем,

выполняя важную роль в процессе самоочищения водоёмов. Формирование, динамика развития бактериальных структур и их взаимоотношения с другими организмами (рыбой) способствуют изменению динамического равновесия в водоёмах.

Накопление большого количества органических веществ в воде приводит к росту бактериоценозов, изменению их качественных и количественных характеристик и формированию определённых групп бактерий. Микробные сообщества выступают чувствительными индикаторами состояния экосистем.

На основании результатов комплексного исследования выявлены наиболее значимые микробиологические индикаторы состояния рыб и среды обитания: высокое (более 3000 КОЕ/мл) ОМЧ - указывает на органическое загрязнение, влияние антропогенного фактора. Присутствие аллохтонной микрофлоры, энтеробактерий, представителей рода *Citrobacter,* особенно кишечных палочек с бронзовым блеском - показатель фекального загрязнения и загрязнения хозяйственно-бытовыми сточными водами. Незавершенность водного самоочищения, санитарно-эпидемиологическое неблагополучие, доминирование бесспоровых и палочковидных форм бактерий свидетельствует о слабых процессах самоочищения. Видовое однообразие в микробиоценозе рыб и выявление патогенных свойств у бактерий - показатель неблагополучия среды обитания и состояния рыб.

Как показали исследования водоёмов в **Липецкой** области, летом 2012 года эпизоотическая ситуация была благоприятной: ОМЧ не превышало 900 КОЕ/мл, на средах Сабуро, энтерококкагар и висмутсульфитагар рост бактериальной флоры не выявлен. В микрофлоре преобладали авирулентные аэромонады и бактерии группы кишечной палочки (БГКП) с ослабленной ферментативной активностью. Неферментирующие щелочеобразователи (НФЩ) ацинетобактеры и моракселлы выделялись в небольших количествах. Осенью картина изменилась: ОМЧ возросло от 1000 до 14000 КОЕ/мл, в микробиоценозе появились флавобактерии, цитробактер, энтерококк, БГКП с бронзовым блеском. Практически во всех водоёмах на первое место вышли БГКП, а ДНКазная активность аэромонад стала 4.0 - 6.0 мм зоны деполимеризации ДНК, что свидетельствует о значительном ухудшении эпизоотической и эпидемиологической ситуации.

Наиболее благоприятная ситуация была отмечена в мае 2013 года: преобладание в посевах воды бацилл и аэромонад, низкое ОМЧ (от 260 до 1000 КОЕ/мл), кроме одного случая (р. Матыра, с. Казанка), свидетельствуют об активных процессах самоочищения воды и в посевах проб паренхиматозных органов рыб рост бактериальной флоры не выявлен. В течение сезона ситуация ухудшилась. В июле и ноябре ОМЧ увеличивается в несколько раз, на первое место выходят НФЩ, увеличивается количество миксобактерий. В этот же период в посевах проб паренхиматозных органов двух рыб из восьми высевались БГКП, в том числе с бронзовым блеском, плесневые грибы, НФЩ, цитробактер, бациллы и единичные авирулентные аэромонады, что характеризует ухудшение условий окружающей среды, отрицательно сказавшейся на иммуно-физиологическом

статусе рыб, приведшем к контаминации паренхиматозных органов рыб, но ещё не вызвавшем развития клинических проявлений бактериальной геморрагической септицемии (БГС).

В мае 2015 г. в естественных водоёмах Липецкой области почти во всех точках отбора проб ОМЧ не превышало нормативные показатели, кроме трёх точек на Матырском водохранилище и реке Ворона (у гидроузла, под мостом и у манежа) - 12800, 5380 и 4700 КОЕ/мл. Из 13 точек только в одной БГКП не выявлены, в трёх - занимают второе и третье место, в остальных - доминирующее. Из воды было выделено 19 штаммов слабовирулентных аэромонад, два штамма, выделенные в районе с. Каменское, обладали вирулентностью 4.0 и 5.0 мм зоны деполимеризации ДНК. В микробиоценозе отмечали моракселлы и ацинетобактеры в значительном количестве, анаэрогенные аэромонады (A.sp.5, A.sp.7, A.sp.8, A.sp.11), появились миксобактерии, что характеризует высокий уровень органического загрязнения сточными водами. В июле и октябре эпизоотическая ситуация в водоёмах ухудшилась. Присутствие в микробиоценозе анаэрогенных аэромонад, ацинетобактеров и моракселл свидетельствует о высоком органическом загрязнении, а БГКП с бронзовым блеском - о свежем фекальном загрязнении. Кроме этого, в точках с. Замятино на р. Дон и Манеж на р. Воронеж отмечено появление высоковирулентных аэромонад A.sp.11 (5.0 мм) и A.sp.5 (8.0 мм), что делает ситуацию ещё более напряженной.

По результатам бактериологического анализа воды **Тамбовской** области летом 2012 г. наряду с сапрофитной микрофлорой выявлен рост БГКП, моракселл, ацинетобактеров и миксобактерий, количество которых колебалось от 80 до 360 КОЕ/мл. ОМЧ колебалось от 920 до 4500 КОЕ/мл, было выделено 17 аэромонад, отличавшихся высокой вирулентностью (от 3.5 до 7.5 мм зоны деполимеризации ДНК).

В мае 2013 г. ситуация оставалась напряженной. ОМЧ только в одном случае 600 КОЕ/мл, в остальных - от 4609 до 18420 КОЕ/мл. Миксобактерии выделены в двух случаях из восьми, присутствие во всех пробах бацилл и аэромонад свидетельствовало об активных процессах самоочищения водоёмов. Ситуация улучшилась в июне-июле. ОМЧ снизилось от 20 до 1220 КОЕ/мл в июне и от 380 до 2120 КОЕ/мл в июле, в июне миксобактерии не выделялись, а в июле - были выделены в трёх случаях из восьми. Присутствие во всех посевах анаэрогенных аэромонад (A.caviae, A.sp.5, A.sp.11) наряду с миксобактериями характеризует загрязнение органическими веществами и канализационными стоками.

Паренхиматозные органы восьми экземпляров рыб, отловленных в июле в Тамбовском море, были контаминированы БГКП (в том числе в одном случае капсулообразующими), аэромонадами, энтерококком, плесневыми грибами, хотя вся рыба была без клинических признаков. В ноябре ситуация оставалась напряженной, в микробиоценозе воды появились клебсиеллы, а в контаминантах рыбы - цитробактер.

В 2014 году эпизоотическая ситуация оставалась напряженной. Хотя только в одном случае ОМЧ превышало 4000 КОЕ/мл, а в остальных - не превышало 2000 КОЕ/мл, все выделенные аэромонады обладали высокой вирулентностью. Присутствие во всех пробах миксобактерий, моракселл и ацинетобактеров свидетельствовало о высоком содержании органических веществ в местах отбора проб, что может создавать дополнительную угрозу для местной ихтиофауны.

Из 10 обследованных рыб только у трёх (два леща и один окунь) в посевах паренхиматозных органов рост бактериальной флоры не был выявлен. В остальных случаях отмечен рост от единичного до сливного: аэромонады, БГКП, моракселлы и ацинетобактеры. В июне 2015 г. из восьми точек только в двух ОМЧ было в пределах нормы, в остальных - от 5000 КОЕ/мл до сливного роста и во всех точках отмечен рост высоковирулентных аэромонад. В октябре ситуация улучшилась, выделенные аэромонады были слабовирулентные, ОМЧ - от 80 КОЕ/мл до 2020 КОЕ/мл, только в одной точке (р. Цна, г. Котовск), как и в июньской пробе, рост сливной. Из 9 рыб у четырёх выявлен рост от единичных колоний до умеренного БГКП, аэромонады и ацинетобактер.

При анализе данных эколого-микробиологического мониторинга установлено, что в основном качественный состав микробиоценоза воды естественных водоёмов Липецкой и Тамбовской областей представлен аэромонадами, БГКП, НФЩ, цитробактером, миксобактериями, энтерококком, вирулентными и авирулентными аэромонадами. Как правило, эти же микроорганизмы выделятся и от рыбы. При этом микробиоценоз изменяется как по сезонам, так и в зависимости от близости источников антропогенного загрязнения.

Особую опасность как для гидробионтов, так и для человека представляют такие возбудители, как вирулентные аэромонады (Калина,1974; Чайка и др.,1988; Юхименко, 2007), цитробактеры, энтерококки, моракселлы, ацинетобактеры и клебсиеллы (Йоргенсон и др., 2006). В связи с этим, работая на водоёмах, следует строго соблюдать правила техники безопасности и личной гигиены.

Литература

Йоргенсен Дж., Пфаллер М.А. Микробиологический справочник для клиницистов. - М.:Мир, 2006. – 243 с.

Калина Г.П. Микроорганизмы рода Aeromonas, патогенность для человека, патогенез и эпидемиология (обзор зарубежной литературы) // ЖМЭИ.- 1974.- №10.- С.105-109.

Лабораторный практикум по болезням рыб / В.А.Мусселиус, В.Ф.Ванятинский, А.А.Вихман и др.; под ред.В.А.Мусселиус.- М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. - 296 с.

Методические указания по определению патогенности аэромонад по степени ДНКазной активности //Сб. инструкций по борьбе с болезнями рыб. Ч.1. - М.: Отдел маркетинга АМБ-агро.-1999.-с.150.

Определитель бактерий Берджи. В 2-х т. /Под ред. Дж.Хоулта и др.- М.: Мир, 1997.-800 с.

Чайка Н.А., Хазенсон Л.Б., Бутцлер Ж.П. и др. Кампилобактериоз. - М.: Медицина. - 1988.- с. 352.

Юхименко Л.Н. Биологические свойства аэромонад / Модекулярно-клеточные механизмы патогенного и иммуногенного действия Aeromonas spp. Сб. научных трудов Российско-Китайского семинара/ М.: Медицина для всех.- 2007.- с.33.

ABSTRACT. Materials of water and fish sampling from natural water bodies of the Lipetsk and Tambow areas are being given for 2012 - 2015. Total 68 water samples from 130 points and 94 samples of parenchymatous organs from 47 fishes were investigated. A special attention was paid to microorganisms of not only epizootic but epidemiological importance: enterobacteria, non-fermentive alkali-formers and enterococcuses. The role of the anthropocenic pollution is shown.

МЕХАНИЗМЫ РЕАЛИЗАЦИИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА РЫБ В ЗАМОРНЫХ ОЗЕРАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Е.Н. Ядренкина
Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, Yadrenkina@ngs.ru

Исследования проведены в бассейне крупного равнинного водоема - озере Чаны (Западная Сибирь). Результаты анализа многолетних данных по пространственному распределению разных видов карповых позволили выявить комплекс приспособлений популяций к условиям гипоксии. Пространственно-временная изоляция в период размножения, высокая миграционная активность и гетерогенность популяций обуславливают эффективное освоение пространства водоема, поддержание видового разнообразия, высокую жизнеспособность популяций в условиях развития гипоксии и высокие показатели рыбопродуктивности.

Введение

На территории Западной Сибири насчитывают более 1.5 млн. озер (Савченко, 1997). По причине крайней мелководности (в большинстве водоемов средние глубины не превышают 1.5 м) они характеризуются чрезвычайно широким варьированием площади акватории в зависимости от общего объема поступающих осадков [как в аспекте сезонных колебаний, так и многолетних] (Максимов и др., 1986). Во многих озерах горизонт воды в зимний период промерзает. Развитие гипоксии, увеличение солености воды по мере нарастания толщины ледового покрова, снижение температуры воды до отрицательных значений неблагоприятно отражаются на физиологическом состоянии рыб. В результате асфиксии и истощения энергетических ресурсов (запасов жировых отложений) в их организме развивается синдром зимнего стресса (Lemly, 1996), что часто приводит к массовой гибели (Ядренкина и др., 2010). Ежегодная гибель рыб оценивается тысячами тонн. Разработка теоретических основ функционирования популяций в условиях заморного водоема – ключ к пониманию стратегии выживания рыб в критических условиях внешней среды. Поскольку биотический комплекс функционирует в условиях резких флуктуаций параметров внешней среды, особенно актуальны вопросы, касающиеся реализации жизненного цикла рыб в озерном комплексе региона. Например, как оценить обратимость структурно-функциональной организации сообществ в меняющихся условиях среды? Как интерпретировать динамические процессы в сообществах и популяциях? В каких случаях правомочно говорить о деструкции, а в каких – о флуктуациях пространственной организации и численности рыбного населения?

Проведенные многолетние исследования направлены на изучение стратегии поведенческих адаптаций рыб к резким колебаниям параметров внешней среды.

Основные задачи связаны с изучением динамики видового состава рыб в меняющихся условиях среды, пространственно-временной организацией популяций и выявлением механизмов реализации их жизненного цикла в условиях периодического развития гипоксии.

Материалы и методы

В качестве природного полигона использован бассейн озера Чаны - один из крупнейших заморных водоемов озерно-речного типа, расположенный на территории Обь-Иртышского междуречья. Анализу подвержены многолетние данные (1982 - 2015 гг.) по динамике видовой структуры рыб, сезонным миграциям и пространственной организации популяций, опубликованные ранее (Ядренкина, 1992а, б; 2000 а, б; Ядренкина и др., 2005; Ядренкина и др., 2010). Контрольная площадка для мониторинга сезонных перемещений рыб установлена в эстуарной зоне – заливах, соединяющих речную и озерную системы водоема. Распределение нерестилищ рыб в разные фазы водности оценивали по видовому составу и плотности распределения ранних личинок и мальков на разных участках водоема. На рис. 1 показаны точки отлова молоди. Многолетние данные видового состава рыб в эстуарной зоне (на рисунке она отображена в рамке) использованы для оценки сопряженности структуры рыбного населения с динамикой уровня воды.

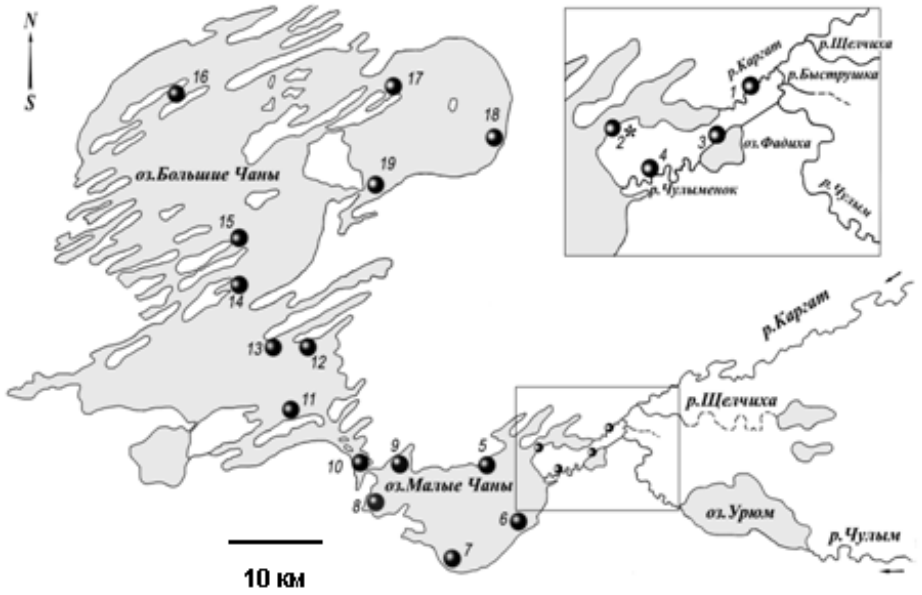


Рисунок 1 - **Схема бассейна озера Чаны и сеть станций отлова рыб**

Перераспределение рыб в течение летне-осеннего и зимнего сезонов устанавливали по составу уловов в реке и озере. Оценка неоднородности распределения рыб по площади водоема проведена с использованием кластерного анализа, шкала дистанций между сравниваемыми выборками построена по показателям индекса Жаккара (0–1).

Пространственная организация популяций оксифильных видов изучена на примере язя *Leuciscus idus* и плотвы *Rutilus ruyilus*. В основу изучения пространственной организации популяций положены результаты сравнения морфометрической и остеометрической изменчивости рыб из речной и озерной систем.

Результаты и обсуждение

В зимне-весенний период в реках, озере Малые Чаны и на мелководных плесах озера Чаны формируются обширные зоны, в пределах которых по причине дефицита растворенного в воде кислорода происходит массовая гибель рыб. Несмотря на это, в составе ихтиофауны значительную долю составляют оксифильные виды – елец *Leuciscus leuciscus*, язь *L. idus*, пескарь *Gobio gobio*, речной окунь *Perca fluviatilis*, обыкновенный судак *Sander lucioperca*. При этом язь и плотва входят в структуру комплекса доминантов (по численности). Кроме того, в условиях резких флуктуаций гидрологического, термического и гидрохимического режимов успешно натурализовались представители европейской и дальневосточной фаун. Как результат активных рыбоводно-хозяйственных мероприятий, доля чужеродных видов на современном этапе составляет 38% видового богатства (табл. 1).

Обращаясь к вопросу о чрезвычайно высоких показателях рыбопродуктивности этого гиперэвтрофного водоема (ихтиомасса оценивается величиной 100 кг/га), следует отметить существенные различия в видовом составе рыб озера и его притоков (рис. 2). Сходство фаун не превышает 45% (Индекс Жаккара, соответственно, составляет 0.45). Только три вида (окунь, серебряный карась и плотва) распространены по всему бассейну. Сазан, обитающий преимущественно в озерной части бассейна, составляет значимую долю в рыбном населении низовьев рек. Из этого следует, что дифференцирование рыбного населения на речной и озерный комплексы в значительной мере обеспечивает эффективное освоение экологической емкости бассейна озера Чаны популяциями разных видов.

Таблица 1 - **Видовой состав рыб в речной и озерной системах бассейна озера Чаны в период нагула**

№	Вид	Озерная система	Речная система
1	*Esox lucius* – обыкновенная щука	-	+
2	*ABRAMIS BRAMA* – ЛЕЩ*	+	-
3	*Carassius auratus* – серебряный карась (китайский)*	+	+
4	*Carassius carassius* – золотой карась	-	+
5	*Cyprinus carpio* – сазан*	+	+
6	*Gobio gobio* – пескарь	-	+
7	***LEUCASPIUS DELINEATUS* – ВЕРХОВКА ***	-	+
8	***LEUCISCUS IDUS* – ЯЗЬ**	+	-
9	*Leuciscus leuciscus* – елец	-	+
10	*Rutilus rutilus* – плотва	+	+
11	*Tinca tinca* – линь	-	+
12	*Perca fluviatilis* – речной окунь	+	+
13	**Sander lucioperca – *обыкновенный судак****	+	-

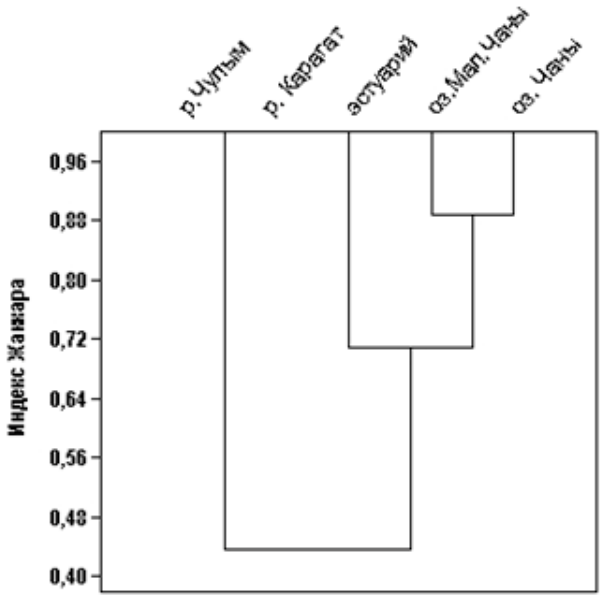


Рисунок 2 - **Уровень сходства видового состава рыб речной и озерной систем бассейна озера Чаны в период нагула** (по среднемноголетним показателям доли разных видов в контрольных уловах)

Для озерного комплекса юга Западной Сибири свойственные ярко выраженные внутривековые чередования трансгрессивно-регрессивных фаз водности с периодичностью 10-11, 20-22 и 45 лет (Смирнов, Шнитников, 1982). За период наших исследований (1982–2015 гг.) амплитуда колебаний уровня воды составила 1.3 м (рис. 3). Прямая связь между объемами рыбных запасов и фазой водности – общеизвестная закономерность. Действительно, кривые, отражающие динамику уровня воды и промысловых уловов в оз. Чаны имеют положительную корреляцию, о чем свидетельствуют данные промысловой статистики (рис. 4) .

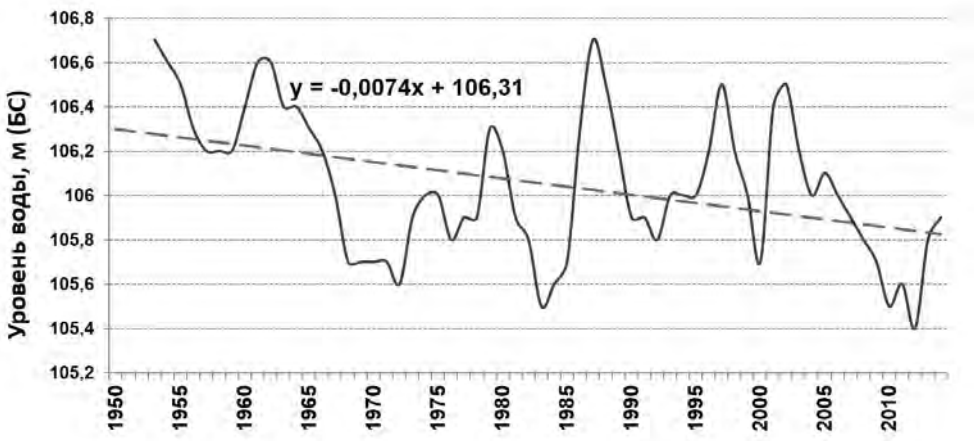


Рисунок 3 - **Динамика уровня воды в озере Чаны за период 2050–2015 гг.**

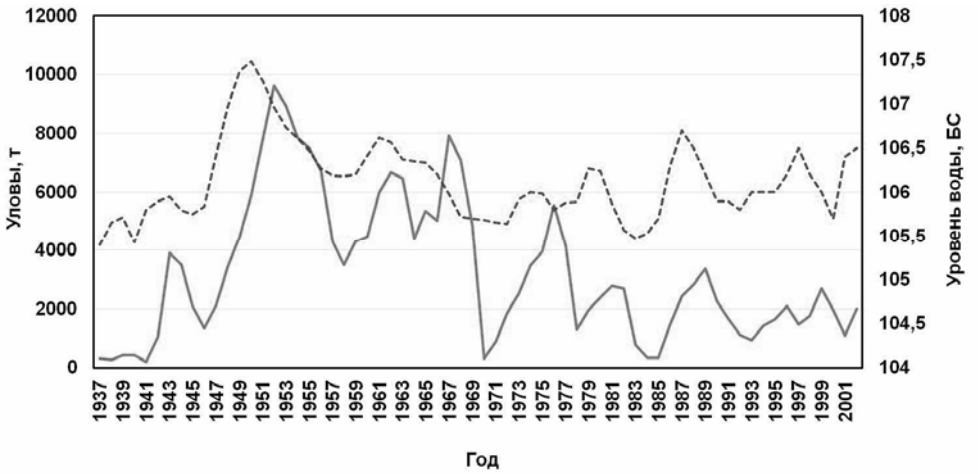


Рисунок 4 - **Динамика уровня воды (пунктирная линия) и уловов рыбы (сплошная линия) за период 1937 – 2002 гг. по данным Росгидромет и Росрыболовство**

В зависимости от фазы водности минерализация воды по акватории колеблется от 0.4 г/л до 8.0 г/л и более, достигая максимума в зимнюю межень. Согласно опубликованным данным в летний период самая низкая минерализация вод свойственна озеру Малые Чаны – 0.5—5.3 г/л. В южной части акватории озера Чаны (Чиняихинский плес) содержание растворенных солей варьирует от 2.4 до 7.7 г/л, в удаленной восточной части (Ярковский плес) – 6.0-8.0 г/л. Изменчивость минерализации воды по акватории специалисты объясняют морфологией котловины, бессточностью, низким водообменом между частями озера и его притоками - Каргат и Чулым (Жехновская, 1982).

В период регрессии высокая концентрация солей негативно влияет на успех размножения карповых на бóльшей части акватории. Это связано с тем, что эффективное оплодотворение икры карповых в озера Чаны происходит при минерализации воды < 1000 мг/л (за исключением плотвы и леща) (Ядренкина, 2000). В период трансгрессии, помимо речной системы, вся акватория озера Малые Чаны и южная часть озера Чаны пригодны для выметывания половых продуктов рыб. Например, в период распреснения успешно размножается язь (80-90-е годы XX в.) и численность его популяции растет, а при снижении уровня и повышении минерализации воды, начиная с 2000 г., резко увеличилась доля плотвы (рис. 5).

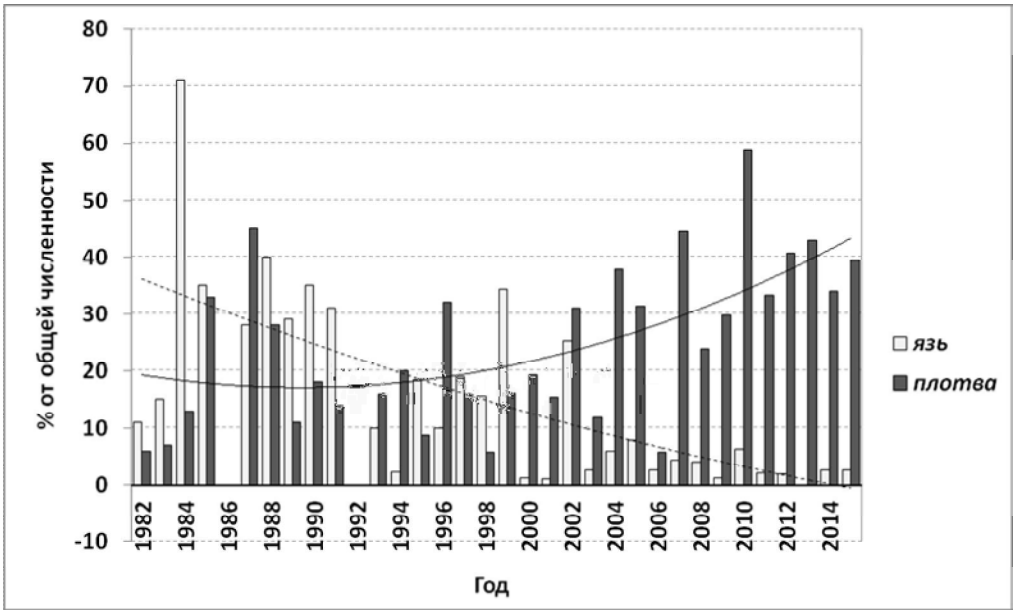


Рисунок 5 - **Динамика численности молоди язя и плотвы в эстуарной зоне озера Чаны (доля в контрольных уловах)**

При различиях в толерантности к минерализации воды оба этих вида чувствительны к содержанию растворенного в воде кислорода, и вопрос о жизнеспособности популяций при развитии гипоксии остается актуальным.

Обращаясь к материалам, отражающим пространственно-временную организацию популяций, следует отметить, что зимовалы рыб локализованы в немногочисленных глубоководных участках бассейна – высоко минерализированных плесах озера Чаны, где

размножение рыб невозможно. Поэтому весной производители перемещаются на опресненные участки, прилегающие к речной системе. Данные картирования нерестилищ показывают значительное перекрывание нерестовых площадей язя и плотвы в эстуарной зоне, а также в нижнем и среднем течении притоков. В этой связи важным регуляторным механизмом выступает временной интервал между нерестящимися группами рыб. Язь начинает выметывать половые продукты при температуре воды 7 ºС, а плотва – при 10 ºС и выше. Согласно результатам проведенного анализа, различия в сроках икрометания обуславливают высокую эффективность использования перекрывающихся нерестовых площадей.

Важной составляющей успеха реализации жизненного цикла популяций в условиях периодического развития гипоксии выступает высокая миграционная активность рыб, проявляющаяся в перемещении стад по акватории водоема для размножения, нагула и на места зимовки (рис. 6.)

Сравнение показателей морфо-фенетической изменчивости популяций массовых видов позволило доказать их гетерогенность. Так например, популяция плотвы дифференцирована на речную и озерную группы, осваивающие разные участки водоема. Речная часть популяции обитает в притоках озера Чаны, а озерная характеризуется активным перемещением в виде нерестовой, нагульной и зиомовальной миграций. В данном случае гетерогенность можно рассматривать в качестве компенсаторного механизма, обеспечивающего поддержание численности популяции за счет той группы особей, которая в условиях конкретного года обитает в более «комфортных» условиях и успешно реализует свой репродуктивный потенциал.

Таким образом, механизмы реализации жизненного цикла оксифильных видов рыб в условиях заморнного водоема связаны с репродуктивной изоляцией, высокой миграционной активностью и гетерогенностью популяций.

Они обуславливают:

- эффективное освоение пространства водоема;
- поддержание видового разнообразия;
- жизнеспособность популяций в условиях развития гипоксии;
- регулирование динамики численности популяций;
- высокие показатели рыбопродуктивности.

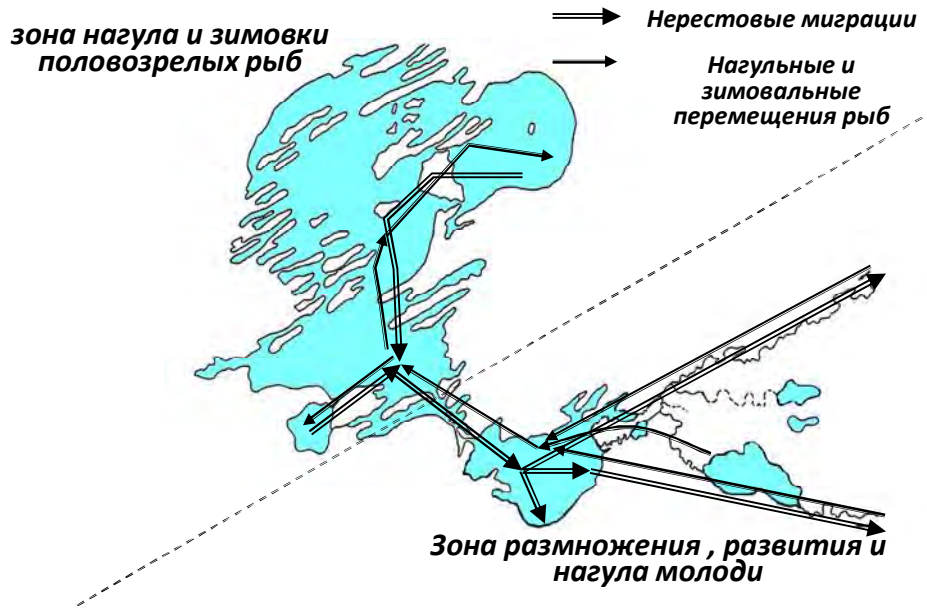


Рисунок 6 - **Вектора перемещения стада язя на нерест и к местам зимовки**

Литература

Жехновская Л.Ф. Особенности гидрохимии оз. Чаны // Пульсирующее озеро Чаны. – Л.:Наука, 1982. – С. 198 – 215.

Максимов А.А., Сипко Л. Л., Крайнов В.М. Озерный внутривековой природный цикл // Экология озера Чаны. – Новосибирск: Наука, 1986.– С. 28 – 57.

Савченко Н.В. Озера южных равнин Западной Сибири / Н.В. Савченко. – Новосибирск, 1997. – 296 с.

Смирнов Н.П., Шнитников А.В. (Ред.) Пульсирующее озеро Чаны. – Л.: Наука, 1982. – 304 с.

Ядренкина Е.Н. Распределение и внутрисезонные миграции рыб в ходе раннего онтогенеза по бассейну оз. Чаны (Западная Сибирь) // Сибирский биологический журнал, 1992. – Вып.2. – С. 55 – 63.

Ядренкина Е.Н. Распределение икры весенне–нерестующих карповых (сем. Cyprinidae) по площади нерестилищ (бассейн оз. Чаны) // Сибирский биологический журнал, 1992. – Вып.1. – С. 73 – 77.

Ядренкина Е.Н., Ядренкин А.В. Динамика размножения весенне-нерестующих рыб в речной системе озера Чаны. Саморегуляция структуры ихтиоценоза на

нерестилищах // Экология и рациональное природопользование на рубеже веков. Итоги и перспективы. –Томск, 2000 а. – С. 226 – 227.

Ядренкина Е.Н. О причинах пространственно–временной дифференциации нерестового стада язя *Leuciscus idus* в речной системе бассейна озера Чаны (Западная Сибирь) // Вопросы ихтиологии.– М., 2000 б.– Т. 40. – N 4. – С. 486 – 491.

Ядренкина Е.Н., Интересова Е.А., Ядренкин А.В., Хакимов Р.М. К вопросу о пространственной дифференциации популяций карповых рыб озера Чаны (Западная Сибирь). Особенности изменчивости остеометрических признаков речной и озерной групп язя *Leuciscus idus* и плотвы *Rutilus rutulus* (сем. Cyprinidae) // Сибирский экологический журнал. 2005. – Т. 12. – № 2. – С. 293 – 304.

Ядренкина Е.Н., Интересова Е.А., Бабуева Р.В. Ихтиокомплексы озер при чередовании трансгрессивно-регрессивных фаз // Биоразнообразие Карасукско-Бурлинского региона (Западная Сибирь). – Новосибирск, 2010. – С. 187 – 195.

Ядренкина Е.Н. Миграционное поведение рыб в условиях заморного водоема (озеро Чаны, Западная Сибирь) // IV Всеросс. конф. с междунар. участием «Поведение рыб». –Борок, 2010. –С. 453–459.

Lemly A.D. 1996. Winter Stress Syndrome: an important consideration for hazard assessment of aquatic pollutants // Ecotoxicol Environ Saf. – Vol. 34. – P. 223–227.

ABSTRACT. On the example of large lowland Chany Lake (Western Siberia) there was studied the adaptation of fish populations to hypoxia conditions. The results of long-term data analysis in field of spatial distribution of fish (Fam. Cyprinidae) revealed a complex of adaptations to hypoxia. Temporal and spatial isolation during spawning, high level of migratory activity and the heterogeneity of populations provide effective using of environmental space and the high level of fish productivity.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БИОРЕСУРСОВ ВНУТРЕННИХ ВОДОЁМОВ И ПУТИ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Материалы докладов
Всероссийской конференции с международным участием,
посвященной 85-летию Татарского отделения ГОСНИОРХ

Электронный ресурс:
mail.niorh.ru/download.pub/Conference/Kazan_2016.pdf