

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

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМАХ

Материалы докладов II Всероссийской молодежной конференции

19-21 апреля 2016 г.

Санкт-Петербург

УДК 597.2:639.31:574.64 (063)

ББК 639.3.001.891(063)

Р93

РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМАХ: Материалы докладов II Всероссийской молодежной конференции (Санкт-Петербург, 19-21 апреля 2016 г.). СПб, 2016. 475 с. (ФГБНУ «ГосНИОРХ»).

Представлены материалы докладов II Всероссийской молодежной конференции. Приводятся материалы об ихтиофауне, состоянии популяций рыб, паразитофауне рыб, накоплении токсикантов в рыбах. Обсуждаются различные аспекты искусственного разведения и кормления рыб, влияния природных и антропогенных факторов на состояние гидробионтов, оценки экологического состояния водоемов.

Сборник материалов предназначен для специалистов в области экологии, гидробиологии, зоологии, работников природоохранных ведомств, студентов биологических специальностей.

Редакционная коллегия

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

Редактор А.А. Дерман
Верстка В.Г. Хабазовой

ISBN 978-5-91648-033-7

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

СОДЕРЖАНИЕ

Апсолихова О.Д., Бурмистров Е.В., Сивцева Л.В. Ихтиофауна и первые сведения о паразитах рыб озер Усть-Янского района Республики Саха (Якутия)	7
Бережнов Д.А. Сапропель как ценное кормовое сырье в составе комбикормов карпа.....	16
Березовская Д.С., Були Л.И. Влияние тиреоидных гормонов на развитие и рост личинок черноморского калкана	26
Валиев М.С. Культивирование австралийских красноклешневых раков (<i>Chegax quadricarinatus</i>) в УЗВ.....	30
Веснина Л.В., Ершов Н.Н., Романенко Г.А., Пяткова Я.С., Кузнецова К.А. Современное состояние водных биоресурсов реки Обь в границах Алтайского края.....	39
Войкина А.В., Бугаев Л.А., Валиуллин В.А., Карпушина Ю.Э., Голубова С.В. Накопление пестицидов в воде и донных отложениях Азовского моря в 2009-2014 гг.	47
Гармаш М.В. Биология трехиглой (<i>Gasterosteus aculeatus</i>) и девятииглой (<i>Pungitius pungitius</i>) колюшек в некоторых водоемах Кольского полуострова	58
Голинева Е.А. Современные представления о биологии, распространении и патогенности паразитов рода <i>Dermocystidium</i>	64
Грищенко А.В., Сытник Н.А. Скорость продуцирования биомассы и элиминация в популяции плоской устрицы лимана донузлав	68
Данильченко Я.И., Хрюкова И.А. К характеристике морфофизиологических показателей азовской хамсы в период зимовальных миграций	73
Дарсия Н.А. Питание молоди некоторых видов рыб в Галичском и Чухломском озерах (Костромская область)	78
Дахова Д.В., Михайлов Н.Н. Исследование работы рыбозащитного устройства типа «водо-воздушная завеса» на водозаборе Невиномысской ГРЭС.....	83
Жаворонкова О.Д., Чибич Н.В. Характеристика аллометрии песчаной ракушки - Мии (<i>Mya arenaria</i> L.), акклиматизированной в Черном море	93
Зубова Е.М., Кашулин Н.А., Терентьев П.М. Некоторые аспекты распределения экологических форм сига <i>Coregonus lavaretus</i> (Linnaeus, 1758) в озере Имандра (Мурманская область)	99
Ивичева К.Н. Оценка экологического состояния реки Вологды	107
Канаиш В.Ю., Курапова Т.М. Особенности выращивания ремонтно-маточного стада карпа в рыбхозе «Белое»	113

Катаев Р.К., Минин А.Е., Вандышева В.В. Динамика рыбного населения озера Галичское, его продукционные возможности и состояние в современный период.....	120
Комарова А.С. Особенности питания хариуса в реках Земцовка и Чирядка юго-восточной части Вологодской области	130
Королева И.М., Терентьев П.М. Морфо-физиологические индексы пресноводных рыб озер Мурманской области	137
Кривенко И.А., Крохалевский В.Р. Биологическая характеристика ряпушки из рек Щучья и Мессо-Яха	145
Кузьмина Л.И. Современное состояние зоопланктона реки Маят	152
Куликова Я.А., Салиенко С.Н. Процесс формирования системы рыбопропускных сооружений на гидроэлектростанциях Волги и Дона и оценка их современного состояния	158
Курбанов А.Р., Камилов Б.Г., Милушева Р.Ю., Рашидова С.Ш. Показатели качества кормов, включающих смесь рыбной муки и белка куколки тутового шелкопряда (<i>Bombyx mori</i>), при кормлении молоди африканского сома (<i>Clarias gariepinus</i>)	169
Куркембаева Б.М., Галактионова М.Л., Баканева Ю.М.. Перекисное окисление липидов в мышцах и печени бычков Северного Каспия	175
Левина О.А., Металлов Г.Ф., Григорьев В.А., Пономарев С.В. Эффективность использования селенсодержащего препарата ДАФС-25к при выращивании клариевого сома в установке замкнутого водоснабжения	180
Лунатова М.И. Оценка заводского стада каспийской кумжи (<i>Salmo trutta caspius</i> Kessler) по размерно-весовым и репродуктивным признакам...	184
Лончук Е.Н. Структурная характеристика уловов как подход к оценке роли видов в ихтиоценозе Правдинского водохранилища	189
Лукьяненко Е.А. Развитие сиговодства в Ненецком автономном округе	197
Лютиков А.А. Эмбриональное развитие нельмы <i>Stenodus Leucichthys nelma</i> в различных температурных режимах.....	202
Лютикова Н.А. Компьютерная программа расчета суточной нормы корма для двух- и трехлеток сигов.....	210
Макарёнкова Н.Н. Состояние фитопланктона озера Воже в весенний период 2014-2015 гг.....	214
Максименко А.С. Фауна зообентоса прибрежной зоны некоторых водоемов Калининграда и оценка качества вод по показателям зообентоса	221
Мартынюк В.А., Грицик А.Б. Комплексные подходы в географическом моделировании водоемов рыбохозяйственного природопользования Западного Полесья Украины.....	230
Матвеев Е.Ю., Кайгородова И.А. Молекулярная идентификация эктопаразитов (Hirudinea: Piscicolidae) кottoидных рыб озера Байкал	236
Мелехин М.С. Инфузории Воткинского водохранилища.....	242

Михайличенко Д.В., Тихомиров А.М., Степанова И.П., Куркембаева Б.М. К вопросу использования теста «открытое поле» для оценки разновозрастных групп тиляпии (<i>Oreochromis</i> sp.).....	250
Молчанова К.А., Хрусталева Е.И., Комова Е.М. Результаты выращивания посадочного материала радужной форели в открытых и закрытых рыбоводных системах	260
Немцев И.В., Курапова Т.М., Молчанова К.А. Анализ некоторых иммунологических показателей сеголеток радужной и золотистой форели в начале зимовки при выращивании в садках	267
Новиков Д.Н., Салиенко С.Н., Михеев П.А., Образенко А.А. Применение математического моделирования для анализа условий работы рыбозащитного комплекса Богучанской ГЭС.....	275
Павленко А.Л. Применение некоторых морфологических показателей для оценки популяции леща <i>Abramis brama</i> под действием антропогенных факторов (на примере водоемов города Сургута).....	287
Павлисов А.А. Оценка сеголеток и двухлеток ладожской палии (<i>S. alpinus complex</i>) по размерно-весовым и репродуктивным признакам.....	292
Пекарскайте В.В., Хрусталева Е.И. Сравнительная оценка результатов выращивания угря в разнотипных УЗВ.....	297
Предвижский М.А., Логинов В.В. Стабильность развития густеры <i>Blicca bjoerkha</i> (L., 1758) в Чебоксарском водохранилище в 2014-2015 гг.	304
Пьянов Д.С., Дельмухаметов А.Б. Рост и оценка химического состава судака (<i>Sander lucioperca</i> L.), выращенного в искусственных условиях	308
Пятницкая М.С., Сытник Н.А. Энергетический обмен плоской устрицы (<i>Ostrea edulis</i> L.) Керченского пролива.....	314
Ромаденкова Н.Н. Биологическая характеристика производителей тихоокеанских лососей в базовых водоемах рыбоводных заводов Камчатского края в 2009-2013 гг.	320
Северов Ю.А. Оценка состояния ихтиофауны Нижнекамского водохранилища по результатам учетных съемок в 2015 году	328
Серкова Т.С., Королева И.М. Вариабельность гонадосоматического индекса у некоторых лососевых рыб озер Мурманской области	334
Соколова А.А. Биоиндикация ртутного загрязнения бассейна Кубенского озера	342
Стратоненко Е.А. Сезонные колебания макрозообентоса реки Невы и ее дельты	348
Тамулёнис А.Ю. Состояние запасов пресноводных раков (<i>Astacus astacus</i> L. и <i>Pontastacus leptodactylus</i> Esch.) и условия их обитания в некоторых малых водоемах Ленинградской области.....	354
Таскаева К.Р. Морфобиологическая характеристика ихтиофауны озера карасевого типа.....	360

Тележникова Т.А., Сайфуллин Р.Р. Возрастной состав и удельная скорость роста окуня (<i>Perca fluviatilis</i> L.) Куйбышевского водохранилища в уловах 2014-2015 гг.	366
Ткаченко Г.М., Грудневская Й. Влияние гипотермии на окислительную модификацию белков у радужной форели (<i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum), иммунизированной анти- <i>Aeromonas</i> spp. вакциной.....	371
Ткаченко Г.М., Грудневская Й. Влияние дезинфектанта диоксида хлора на биохимические параметры в мышечной ткани радужной форели (<i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum).....	380
Тропин Н.Ю. Особенности накопления ртути в зоопланктоне и молоди рыб в разнотипных водных объектах Нижегородской области	389
Тыркин И.А., Щуров И.Л., Широков В.А. Естественное воспроизводство пресноводного лосося (<i>Salmo salar</i> L.) в реке Шуя (бассейн Онежского озера).....	397
Удачин С.А. Размерно-возрастной и половой состав судака (<i>Sander lucioperca</i> (L.), 1758) сетных уловов в центральной части Куйбышевского водохранилища в 2012-2014 гг.	404
Удачин С.А., Северов Ю.А. Влияние повышенной мутности на молодь карповых рыб Куйбышевского водохранилища	413
Успенский А.А. Инвазионные виды бычков (сем. Gobiidae) в восточной части Финского залива.....	419
Федорова Е.А., Власенко Е.С. Изменение биологических параметров ветвистоусых ракообразных при действии карбоксамидов	428
Федотова М.В. Нормативное обеспечение выпуска отечественной продукции из искусственно выращенной рыбы	432
Фирсова А.В., Тихомиров А.М. Использование эфирных масел в качестве компонентов криопротекторов обвалакивающего действия при криоконсервации икры осетровых рыб	438
Чураков А.А. Ихтиофауна реки Тобол в пределах Курганской области и перспективы ее рыбохозяйственного использования	443
Шахназарян М.Э., Золотницкий А.П. О влиянии температуры и солености воды на фильтрационную активность черноморской мидии (<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819)	453
Шерматова Н.К., Камилов Б.Г. Возраст и рост судака (<i>Sander lucioperca</i> (L.)), акклиматизировавшегося в Тудакальском водохранилище Узбекистана	458
Шилова А.Е., Угрюмова Е.В. Содержание ртути в мышцах ельца водотоков Вологодской области	466
Якимович С.А. Биологическая оценка качества продаваемой пресноводной рыбы по жизнеспособности паразитов глаз	472

ИХТИОФАУНА И ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПАРАЗИТАХ РЫБ ОЗЕР УСТЬ-ЯНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

О.Д. Ансолихова, Е.В. Бурмистров, Л.В. Сивцева

Якутский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», Якутск, grs-sakha@mail.ru

Одним из этапов развития промыслового рыболовства Республики Саха (Якутия) может стать комплексное освоение рыбных запасов колоссальной озерной системы Крайнего Севера (Кириллов, 1972). Озера, расположенные в низовьях р. Яны, находятся в начальной стадии рыбохозяйственного освоения (Кириллов и др., 2010), и необходимо предварительно провести определенный комплекс исследовательских работ, чтобы получить более полное представление об их водном режиме, кормовой базе, ихтиофауне и эпизоотической обстановке. В 2015 г. сотрудниками Якутского филиала ФГБНУ «Госрыбцентр» было начато изучение озер Усть-Янского района Республики Саха (Якутия) для оценки состояния естественных запасов промысловых видов рыб и их паразитофауны.

Полевые исследования проводились в октябре-декабре 2015 г. на 8 озерах рассматриваемого района. Изучаемый участок находится в 20 км восточнее с. Казачье (рис. 1).

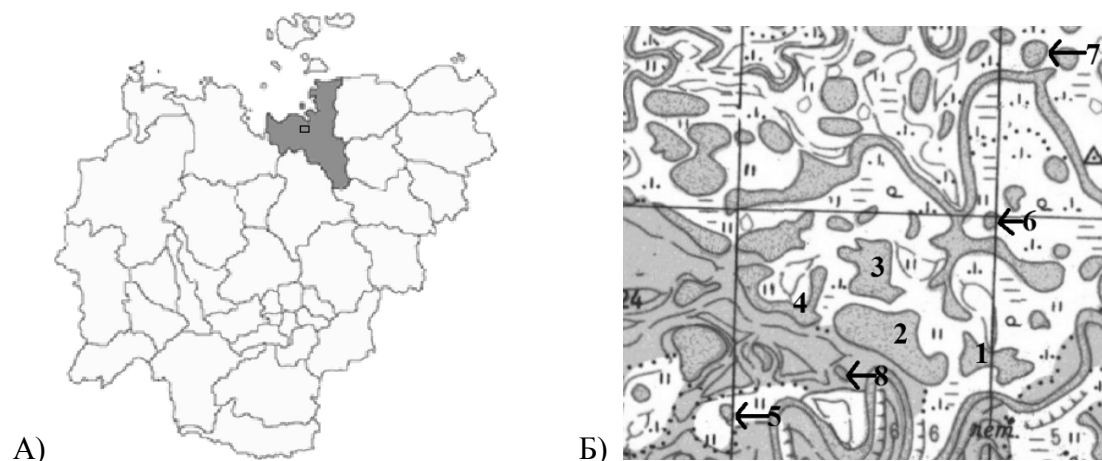


Рисунок 1. Место расположения исследованных озер:

А) на административной карте Республики Саха (Якутия); Б) исследованные озера: 1) Уоран; 2) Ат-Байбыт; 3) Январь; 4) Сыаганах; 5) Алысардах; 6) Быранаталах; 7) Тогурук; 8) Сис-Кюеле

Рыба добывалась сетными орудиями лова с разным размером ячеи. Сбор и обработка ихтиологического и паразитологического материала проводились по общепринятым методикам (Чугунова, 1959; Правдин, 1966; Быховская-Павловская, 1969; Сечин, 1990). Полному биологическому анализу было подвергнуто 378 экз. рыб (пелядь – 255, чир – 75, сиг – 1, щука – 39, налим – 6, окунь - 2), массовым промерам – 800 экз. пеляди. Методом неполного паразитологического вскрытия обследовано 296 экз. рыб, относящихся к 4 видам (пелядь - 259, чир – 14, щука – 21, налим - 2).

В озерах бассейна нижнего течения р. Яны нами отмечено 6 видов из 45 пресноводных (с подвидами), указанных для пресноводных водоемов Республики Саха (Якутия) (Кириллов, 2006) (см. таблицу). Наиболее разнообразно здесь представлен отряд лососеобразных с преобладанием семейства сиговых, которое определяет состав рыбного населения озерной системы Крайнего Севера.

Фауна рыб озер нижнего течения р. Яны

Вид и систематическое положение рыб	Озеро							
	Уоран	Ат-Байбыт	Январь	Сыаганах	Алысардах	Быранаталах	Тогурук	Сис-Кюеле
Отряд Salmoniformes – Лососеобразные								
Семейство Coregonidae – Сиговые								
Сиг-пыжьян <i>Coregonus lavaretus pidschian</i>	-	+	-	-	-	-	-	-
Чир <i>Coregonus nasus</i>	+	+	-	-	+	-	-	-
Пелядь <i>Coregonus peled</i>	+	+	+	-	+	+	+	-
Отряд Esociformes – Щукообразные								
Семейство Esocidae – Щуковые								
Щука <i>Esox lucius</i>	-	+	+	-	+	+	-	+
Отряд Gadiiformes – Трескообразные								
Семейство Lotidae – Налимовые								
Налим <i>Lota lota leptura</i>	+	+	+	-	-	-	-	-
Отряд Perciformes – Окунеобразные								
Семейство Percidae – Окуневые								
Окунь <i>Perca fluviatilis</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
Итого	3	1	3	0	4	2	1	1

Примечание. «-» - не обнаружены, «+» - обнаружены.

Массовым для озер нижнего течения р. Яны видом является пелядь *Coregonus peled*. Она встречалась в 6 из исследованных нами 8 озер. В Республике Саха (Якутия) пелядь наиболее многочисленна в остаточных и термокарстовых озерах. Все эти озера сохранили временную или постоянную связь с рекой и расположены преимущественно в Колымо-Индигирской низменности, в Яно-Индигирском междуречье и в Вилуйской впадине. В озерах ледникового происхождения пелядь не обнаружена. За все время исследований с примерно постоянной частотой единично встречались отнерестовавшие самки пеляди. Это указывает на сильную растянутость ее нереста в данных озерах.

Щука *Esox lucius* была выловлена в 5 озерах. Это одна из самых распространенных рыб в Республике Саха (Якутия). Заселяет озера всех типов со значительными глубинами и благоприятным газовым режимом. В озерах обитает в зоне зарослей высшей растительности. Миграции щуки незначительны и обычно составляют около 2 км. Желудки всех выловленных из оз. Сис-Кюеле щук (в возрасте 6+-7+) были наполнены бокоплавами *Gammarus* sp. Это указывает на недостаток рыбного корма в данном озере. За все время исследований из этого озера было выловлено только 5 особей щуки.

Чир *Coregonus nasus* обнаружен нами в 3 озерах. Основную часть жизни чир проводит в реке, для нагула использует курьи, заливы, а в навигационное время и озера, связанные с рекой протоками.

Налим *Lota lota leptura* также встречен в 3 озерах. Он заселяет бассейны рек Анабар, Оленек, Лена, Хрома, Индигирка и Колыма, а также южную часть Хромской, Омуллярской и Гусиной губ и колоссальную систему южнотаежных и северотундровых озер, включая и озера ледникового и тектонического происхождения. Весной вместе с сиговыми заходит в пойменные озера, расположенные преимущественно в нижних участках дельты рек Восточной Якутии. Осенью, в период наибольшего падения уровня воды, налим последним покидает озера.

К редким видам по результатам исследований можно отнести окуня *Perca fluviatilis* и сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus pidschian*. Несмотря на то, что окунь широко распространен в реках и озерах Республики Саха (Якутия) и является одним из массовых видов, в наших уловах он оказался лишь в одном озере. Сиг-пыжьян также был встречен только в одном озере и в единственном экземпляре. Это был самец в возрасте 6+ с гонадами на III стадии зрелости.

Паразитофауна рыб озер нижнего течения р. Яны. В результате предварительного анализа материала у рыб из озер нижнего течения р. Яны отмечено 9 видов паразитов, в основном известных из данной реки (Однокурцев, 2010). Ниже приведен систематический обзор паразитов исследованных озер.

ТИП ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ – PLATHELMINTHES

Класс Ленточные черви – Cestoda Rudolphi 1808

Отряд Pseudophyllidea Carus, 1863

Семейство. Triaenophoridae Loennberg, 1889

***Triaenophorus nodulosus* (Pallas, 1781)**

Хозяин: налим – *Lota lota* (Linne)

Локализация: взрослые формы – в кишечнике, плероцеркоиды – в печени, реже в других органах. Обнаружен в инцистированном состоянии в печени 2 налимов (рис. 2) (ИИ 8-11 экз , средняя зараженность – 100%).

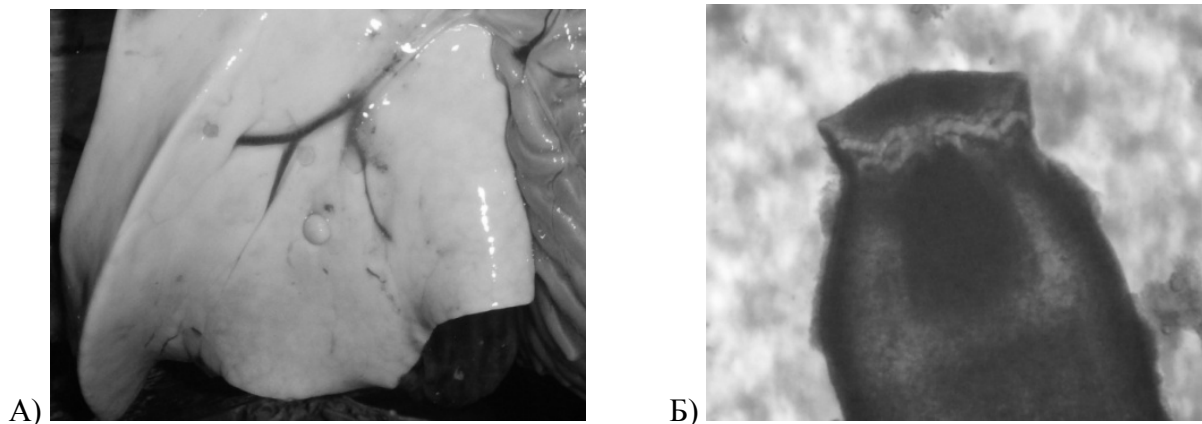


Рисунок 2. Цестода *T. nodulosus*: А) циста в печени налима из оз. Январь; Б) извлеченная из цисты

***Triaenophorus crassus* Forel, 1868**

Хозяин: пелядь – *Coregonus peled* (Gmelin)

Локализация: взрослые черви – в кишечнике, плероцеркоиды – в мускулатуре, редко – на внутренних органах. Обнаружен в инцистированном состоянии в мускулатуре у 96 экземпляров пеляди (рис. 3). (ИИ 2-22 экз., средняя зараженность – 34%).

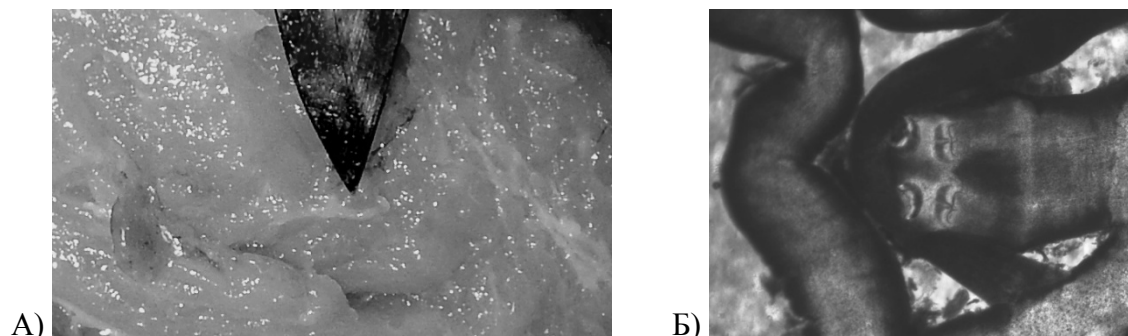


Рисунок 3. Цестода *T. crassus*: А) цисты в мускулатуре пеляди из оз. Ат-Байбыт; Б) извлеченная из цисты

Семейство Diphyllbothriidae Lühe, 1910

***Diphyllobotrium dendriticum* (Nitzsch, 1824)**

Хозяин: пелядь – *Coregonus peled*, чир – *Coregonus nasus* (Pallas).

Локализация: плероцеркоиды – в цистах на пищеводе, желудке, пилорических придатках, гонадах, редко в мускулатуре. Обнаружен на внутренних органах 62 пелядей (рис. 4) (2-8 цист), ЭИ – 26,5%, одного чира (2 цисты).

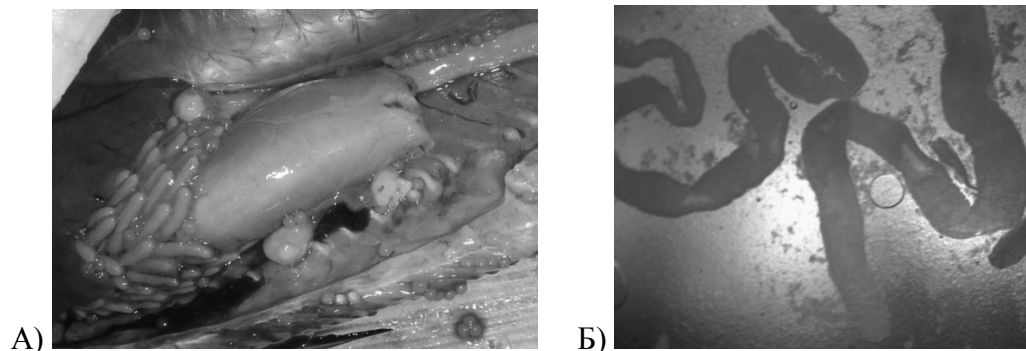


Рисунок 4. Цестода *D. dendriticum*: А) цисты на внутренних органах пеляди оз. Быранаталах; Б) плероцеркоид извлеченный из цисты

***Diphyllobotrium latum* (Linnaeus, 1758)**

Хозяин: пелядь – *Coregonus peled*.

Локализация: мускулатура, печень. Обнаружен в печени 1 пеляди (рис. 5) (1 циста).

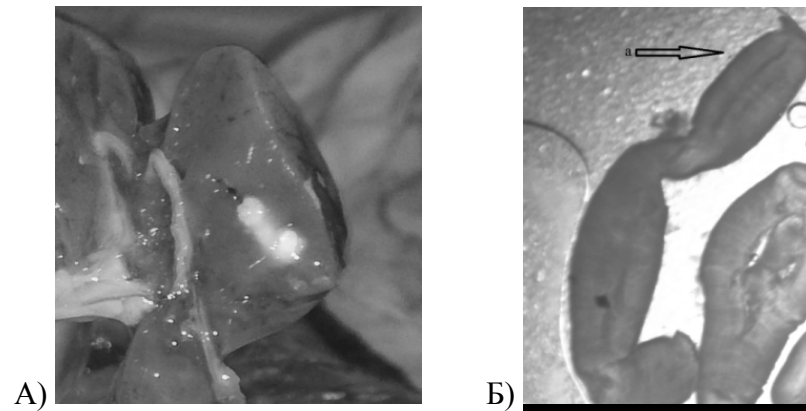


Рисунок 5. Цестода *D. latum*: А) в печени пеляди оз. Ат-Байбыт; Б) извлеченная из печени (стрелкой указан сколекс)

Класс Трематоды – Trematoda Rudolphi, 1808

Отряд Hemiurida Skrjabinet Guschanskaja, 1956

Семейство Strigeidae Railliet, 1919

***Ichthyocotulurus* sp.**

Хозяин: пелядь – *Coregonus peled*

Локализация: сердце, перикардимальные полости, почки, стенки плавательного пузыря. Личинки обнаружены на слизистых оболочках сердца у пеляди (ЭИ – 8,6% с поражением от 40-70% сердца) (рис. 6).

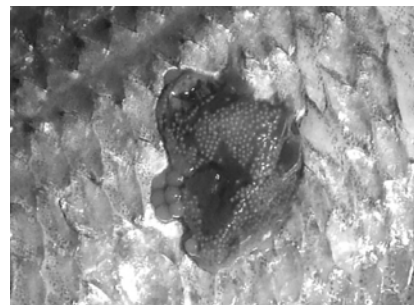


Рисунок 6. Сердце пеляди, зараженное трематодой *Ichthyocotulurus* sp.

ТИП НЕМАТГЕЛЬМИНТЫ – NEMATHEMINTHES

Класс Нематоды – Nematoda Rudolphi, 1808

Отряд Spirurida Chitwood, 1933

Семейство Skrjabillanidae Shigin et Shigina, 1958

Philonema sibirica (Bauer, 1946)

Хозяин: пелядь – *Coregonus peled*

Локализация: полость тела. Обнаружен нами у 13 экземпляров пеляди с общей ЭИ 4,4% при ИИ 2-5 экз. (рис. 7)



Рисунок 7. Самка *Philonema sibirica* из полости тела пеляди

Отряд Ascaridida Skrjabinet Schylz, 1940

Семейство Anisakidae Skrjabin et Karokhin, 1945

Raphidascaris acus (Bloch, 1779)

Хозяин: пелядь – *Coregonus peled*

Локализация: взрослые формы – в кишечнике гольца, ленка, щуки, налима, окуня и других хищных рыб, личинки в инцистированном состоянии – в печени, полости тела, стенках кишечника, гонадах карповых, лососевых, окуневых и других рыб. Личинка в инцистированном состоянии обнаружена на слизистых оболочках внутренних органов у 7 экземпляров пеляди (ЭИ – 2,4%, ИИ 1-2 шт.) (рис. 8).

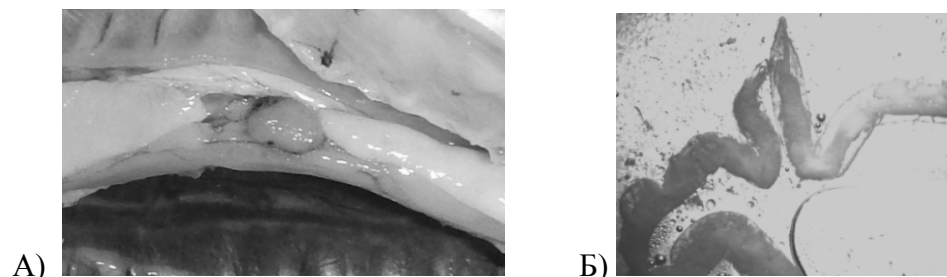


Рисунок 8. Нематода *R. acus*: А) в цисте на слизистой оболочке гонады пеляди оз. Ат-Байбыт; Б) извлеченная из цисты

ТИП КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ – ANNELIDA

Класс Пиявки – Hirudinea Lamarck, 1818

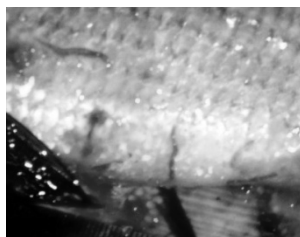
Отряд Rhynchobdellida Blanchard, 1894

Семейство Piscicolidae Johnston, 1865

Piscicola geometra (Linnaeus, 1761)

Хозяин: пелядь – *Coregonus peled*.

Локализация: поверхность тела, плавники, жабры. Обнаружен в озерах Январь, Быранаталах, Ат-Байбыт на поверхности тела 5 пелядей (ЭИ – 1,7% при ИИ – 1-3 экз.) (рис. 9).



Б)



Рисунок 9. Пиявка *P. geometra*: А) на теле пеляди оз. Январь; Б) под увеличением

ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ – ARTHROPODA

Класс Ракообразные – Crustacea Lamarck, 1801

Семейство. Lernaepodidae Edwards, 1840

Salmincola extumescens (Gadd, 1901)

Хозяин: пелядь – *Coregonus peled*.

Локализация: жабры. Обнаружен у одной пеляди (рис. 10). ЭИ – 0,3% при ИИ 1 экз.



Рисунок 10. Туловище веслоного ракообразного *S. extumescens* из жабр пеляди оз. Январь

Ихтиофауна озер нижнего течения р. Яны представлена 6 видами рыб: сиг-пыжьян, чир, пелядь, щука, налим, окунь.

Самыми распространенными паразитами здесь являются ленточные черви *Triaenophorus nodulosus* и *Diphyllobotrium dendriticum*. Щука является постоянным источником заражения других рыб в озерах *T. nodulosus*.

У пеляди, основного объекта исследования, найдено 8 видов паразитов, в первую очередь гельминтов (нематод и трематод). Такой состав определяется рационом питания пеляди, в который входят в основном планктонные организмы – промежуточные хозяева паразитов. Несмотря на то, что в печени у одной пеляди обнаружен плероцеркоид дифиллоботриоза, опасного для человека, в целом общая паразитологическая ситуация относительно благополучная, уровень зараженности рыб не высок.

Литература

Быховская-Павловская И.Е. Паразитологическое исследование рыб. – Л.: Наука, 1969. – 108 с.

Кириллов А.Ф. Аннотированный список рыбообразных и рыб морских и пресных вод Якутии // Вестник ЯГУ. - 2006. - Т. 3. - № 4. - С. 5-13.

Кириллов А.Ф., Шахтарин Д.В., Иванов Е.В., Салова Т.А., Собакина И.Г., Соломонов Н.М. Пресноводные рыбы реки Яна. - Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2010. - 112 с.

Кириллов Ф.Н. Рыбохозяйственное освоение озер бассейна Средней Колымы. - Якутск: Якутское книжное издательство, 1972. – 152 с.

Однокурцев В.А. Паразитофауна рыб пресноводных водоёмов Якутии. – Новосибирск: Наука, 2010. – 151 с.

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

Сечин Ю.Т. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоемах. - М.: ВНИИПРХ, 1990. – 49 с.

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

THE FISH FAUNA AND THE FIRST DATA ON PARASITES OF FISH OF THE LAKES OF UST'-YANSKY DISTRICT OF THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)

O.D. Apsolikhova, E.V. Burmistrov, L.V. Sivtseva

Yakut branch of the Federal State Budget Scientific Institution «State Scientific-and-Production Center of Fishery» (FGBNU «Gosrybtsentr»), Yakutsk, grs-sakha@mail.ru

One of the stages of growth of commercial fishing of the Republic of Sakha (Yakutia) can become complex development of fish resources of enormous lake system of the High North. The lakes located in the lower reaches of the Yana River are in the initial stage of the development of fish resources and it is necessary to make a certain complex of researches to get a better understanding of their water regime, forage base, fish fauna and epizootic conditions. In 2015 the researches of the lakes of Ust'-Yansky district of the Republic of Sakha (Yakutia) to assess the status of natural stocks of commercial fish species and their parasite fauna was initiated by the Yakut branch of the FGBNU "Gosrybtsentr".

СОДЕРЖАНИЕ

САПРОПЕЛЬ КАК ЦЕННОЕ КОРМОВОЕ СЫРЬЕ В СОСТАВЕ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ КАРПА

Д.А. Бережнов

Астраханский государственный технический университет, berezhnov.95@list.ru

В работе приведены результаты использования сапропеля в продукционных комбикормах для сеголеток карпа, поскольку они при выращивании товарной рыбы наиболее требовательны к питательности и качеству корма. Изучен биохимический состав сапропеля ер. Каспийский (Лиманский район, Астраханская область), а также его аминокислотный состав. Проведенный комплекс рыбоводно-биологических и биохимических исследований показал эффективность применения кормов на основе сапропеля, что ведет к увеличению усвояемости корма, и, как следствие, улучшению качества выращиваемой рыбы в лабораторных условиях и в условиях прудового хозяйства.

Продукция аквакультуры является важнейшим источником обеспечения населения Земного шара полноценными продуктами питания. В России потребление рыбы в расчете на душу населения сейчас составляет примерно 17-18 кг в год. Во времена Советского Союза этот показатель достигал 20–22 кг (Багров и др., 2014; Скларов, 2015).

Рассматривая отдельные секторы аквакультуры в нашей стране, следует отметить, что удельный вес прудового рыбоводства как основы классической товарной аквакультуры в 2010 г. равнялся 50–53%, а в конце реализации стратегии развития аквакультуры Российской Федерации на период до 2020 г. может составить 60-65% роста объема производства. Добиться такого роста аквакультуры можно в основном за счет повышения уровня интенсификации и расширения площадей для выращивания товарной рыбы (Мамонтов и др., 2010). Одним из способов этого является использование кормов с нетрадиционными компонентами методом ресурсосберегающей технологии на основе местного сырья.

Сапропель применяется в качестве кормовой добавки для сельскохозяйственных животных и рыб не только для уменьшения расхода корма, но и с целью обогащения рациона минеральными веществами, аминокислотами, витаминами и биологически активными веществами.

Сапропелевые кормовые добавки обладают биогенной стимулирующей особенностью и способствуют более интенсивному росту и размножению (Матишов и др., 2013).

Исследования в рамках темы были выполнены на базе ООО МИП СРК «Шараповский» (пос. Кировский, Астраханская область) и Инновационного центра «Биоаквапарк – НТЦ аквакультуры» (ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет»).

Объектами исследования были взяты сеголетки карпа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758), поскольку они при выращивании товарной рыбы наиболее требовательны к питательности и качеству корма.

Для кормовой добавки был использован сапропель из ерика «Каспийский» (Астраханская область, Лиманский район) (рис. 1).



Рисунок 1. Сапропель

Сбор сапропеля осуществлялся в 2 км от трассы федерального назначения, что говорит об отсутствии возможности попадания в него веществ переработки топлива.

Собранный сапропель был отправлен на химический анализ в лабораторию ФГБУ «Государственный центр агрохимической службы «Астраханский», что подтверждает протокол испытаний № 186.ПГ.15 от 27 августа 2015 г. В ходе исследований в опытном образце были определены показатели, приведенные в табл. 1.

Собранный сапропель вносился в корм в виде мелкодисперсной пыли после прохождения стадии сушки в сушильном шкафу при температуре 60°C.

Опытную партию кормов изготавливали в лабораторных условиях с использованием компонентов отечественного производства (на все компоненты получены удостоверения качества и безопасности и сертификаты соответствия) методом влажного прессования при низком давлении. Компоненты растительного происхождения были подвергнуты предварительной микронизации для клейстеризации крахмала (процесс аналогичен экструзии), что повышает его переваримость и питательную ценность. Состав и питательные свойства кормов представлены в табл. 2.

Сбор сапропеля осуществлялся в 2 км от трассы федерального назначения, что говорит об отсутствии возможности попадания в него веществ переработки топлива.

Собранный сапропель был отправлен на химический анализ в лабораторию ФГБУ «Государственный центр агрохимической службы «Астраханский», что подтверждает протокол испытаний № 186.ПГ.15 от 27 августа 2015 г. В ходе исследований в опытном образце были определены показатели, приведенные в табл. 1.

Собранный сапропель вносился в корм в виде мелкодисперсной пыли после прохождения стадии сушки в сушильном шкафу при температуре 60 °С.

Опытную партию кормов изготавливали в лабораторных условиях с использованием компонентов отечественного производства (на все компоненты получены удостоверения качества и безопасности и сертификаты соответствия) методом влажного прессования при низком давлении. Компоненты растительного происхождения были подвергнуты предварительной микронизации для клейстеризации крахмала (процесс аналогичен экструзии), что повышает его переваримость и питательную ценность. Состав и питательные свойства кормов представлены в табл. 2.

Таблица 1. Результаты лабораторных испытаний сапропеля из ерика «Каспийский» Лиманского района Астраханской области

Показатели	Наименование НД, регламентирующий метод проведения испытаний	Ед. измерения	Фактическое значение результата анализа
Обменный марганец	ГОСТ 26486-85	мг/кг	2,34
Обменный кальций	ГОСТ 26487-85	моль/100 г	14,8
Обменный магний	ГОСТ 26487-85	моль/100 г	2,0
Обменный аммоний	ГОСТ 26489-85	мг/кг	17,6
Обменный натрий	ГОСТ 26950-86	моль/100 г	0,32
Нитраты	ГОСТ 26951-86	мг/кг	0,05
Нитриты	ГОСТ 26488-85	мг/кг	0,09
Азот общий	ГОСТ 26107-84	%	0,35
Фосфор валовый	ГОСТ 26261-84	%	0,013
Калий валовый	ГОСТ 26261-84	%	1,68

Отметим, что в кормах для сеголеток карпа содержание протеина в норме составляет 26%. Корм с добавлением сапропеля по содержанию питательных веществ отвечал потребностям карпа.

Отсутствие или недостаток незаменимых аминокислот, особенно критических, в протеине кормов для рыб приводит к нарушению обмена веществ в организме, отрицательному азотистому балансу, прекращению регенерации белков, потере аппетита, патологическим изменениям в нервной системе, органах внутренней секреции и другим последствиям. В результате этого задерживается или совсем прекращается рост, нарушается репродукция. Особую роль играют аргинин и гистидин, так как они незаменимы для всех возрастов, что объясняется их способностью к росту рыб в течение всей жизни, а также является характерной чертой аминокислотного обмена среди других позвоночных животных.

Таблица 2. Состав и питательные свойства кормов для сеголеток-годовиков карпа, %

Компоненты	Контроль (по: Скларов, 2008)	Опыт (сапропель)
Сапропель, мелкодисперсная пыль	-	20
Ячмень	20	20
Пшеница	20	20
Рыбная мука	16	16
Отруби пшеничные	4	10
Подсолнечный шрот	20	13
Горох	10	-
Соевый шрот	9	-
Премикс	1	1
Питательные свойства		
Сырой протеин	28,34	28,26
Сырой жир	3,14	3,08
Сырые углеводы	6,01	7,37
Зола	7,82	8,84
Влага	11,35	10,99

Из рис. 2 видно, что содержание незаменимых аминокислот в контрольной и опытной партиях кормов соответствует потребности сеголеток-годовиков карпа для обеспечения нормального процесса жизнедеятельности.

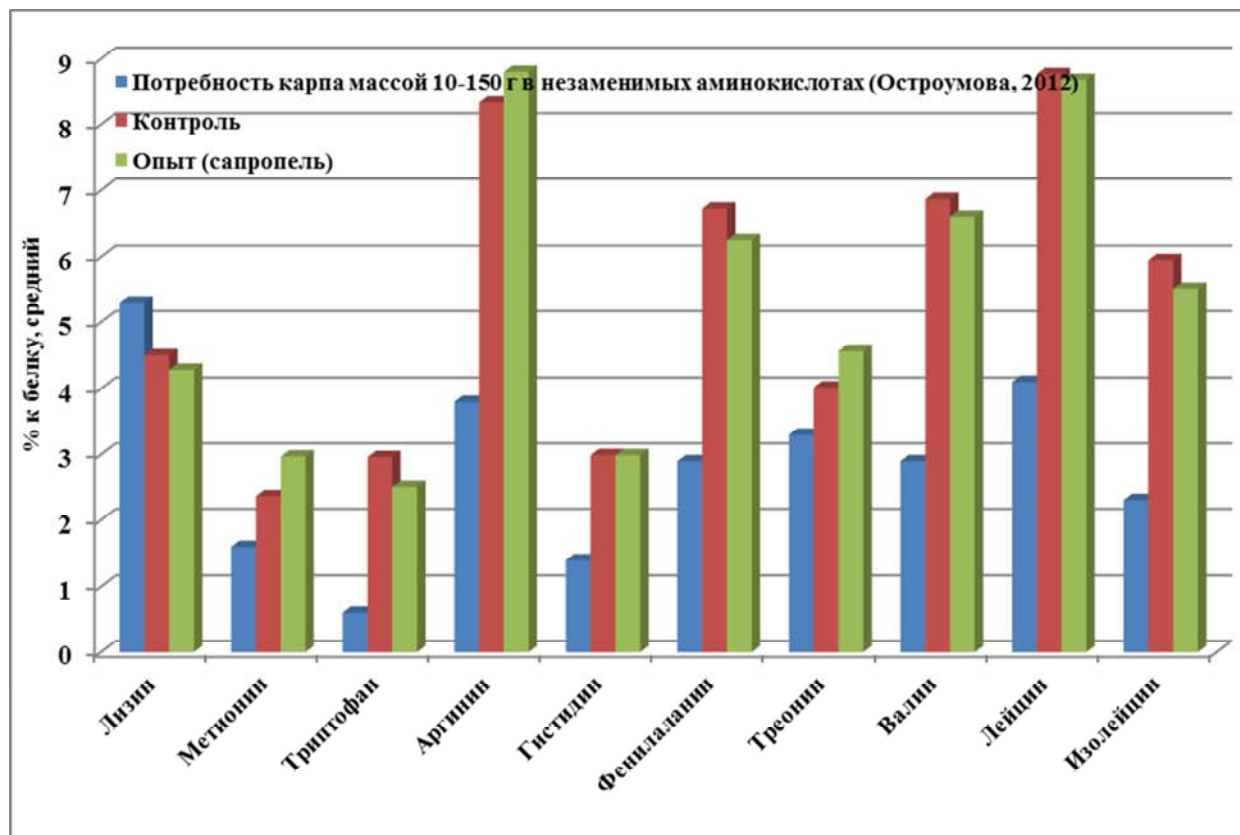


Рисунок 2. Потребность рыб в незаменимых аминокислотах и их содержание в опытной партии кормов

Для содержания привезенных из СРК «Шараповский» сеголеток карпа использовались аквариумы объемом 400 л, оборудованные искусственной аэрацией, фильтрацией и подогревом. В опытной и контрольной группах находилось при экспериментальной проверке по 25 особей.

Содержание кислорода в воде и температуру устанавливали ежедневно три раза в сутки (для предупреждения нежелательных колебаний) с помощью термооксиметра «Cyber Scan DO 300» (точность по кислороду $\pm 1,5\%$ от всей шкалы; по температуре $\pm 0,3^\circ\text{C}$). Значения pH определяли с помощью pH-метра марки «Hanna» (точность $\pm 0,2$ pH).

При оценке влияния кормов на статус выращенных рыб применяли комплекс рыбоводно-биологических и биохимических методов (Пономарев и др., 2002). Для контрольного взвешивания и измерения линейных размеров тела делали выборку из каждого аквариума. Взвешивание осуществляли на электронных лабораторных весах GX-200 AND (класс точности по ГОСТ 24104-01 высокий – II); линейные измерения проводили с помощью штангенциркуля с глубиномером 200 мм MATRIX 316325 (точность измерения - 0,02 мм).

Схема измерений рыб велась по методике И.Ф. Правдина (1966). Выживаемость выражали в процентах от общего количества

наблюдаемых рыб. Опыты по определению интенсивности роста осуществляли в двукратной повторности. Все данные подвергали статистической обработке по Г.Ф. Лакину (1990) с применением панели программ статистического анализа Excel. При этом использовали элементы статистического анализа с определением средней ошибки. Уровень различий оценивали с помощью критерия достоверности Стьюдента.

При выращивании рыбы качество воды по гидрохимическим показателям имеет первостепенное значение. Как показывает практика, при выращивании карпа необходимо обязательно учитывать температуру воздуха и воды, поскольку они являются основными факторами, от которых зависит темп роста рыб.

Как показали результаты наблюдений, температурный режим в течение исследуемого периода был стабильным - в пределах 20 °С. При такой температуре воды карп достаточно интенсивно потребляет задаваемые комбикорма и хорошо набирает массу.

Вода в рыбоводных емкостях за время проведения экспериментов отвечала принятым рыбоводным нормам (ОСТ 15.372.87) (табл. 3).

Таблица 3. Результаты комплексного химического анализа воды рыбоводных емкостей в период постановки эксперимента, мг/дм³

Показатель	Результаты КХА с характеристикой погрешности $x \pm \Delta$	ПДК*	НД на МИ
Минерализация	309,5 $\pm$ 37,1	1000	ПНДФ 14.1:2114-97
Аммоний-ион	0,45 $\pm$ 0,16	0,5	ПНДФ 14.1:2.1-95
Нитрат-ион	< 0,02 (0,006)*	0,08	ПНДФ 14.1:2.4.3-95
Нитрит-ион	1,20 $\pm$ 0,422	40	ПНДФ 14.1:24.4-95

* Перечень рыбохозяйственных нормативов: ПДК и ОБУВ вредных веществ для воды, имеющих рыбохозяйственное значение.

Одними из важных показателей гидрохимии являются параметры азотсодержащих соединений в воде. Так, например, количество аммония, выделяемого рыбами, напрямую зависит как от быстроты их метаболизма, так и от их физиологического состояния. При воздействии длительного (около часа или более) стресса организм всех рыб переключает свой энергетический обмен с расхода глюкозы гликогена на расход аминокислот белков тела, в первую очередь белков плазмы крови. В таком состоянии выделение рыбами аммиака резко возрастает.

Исследование воды в рыбоводных емкостях за время проведения экспериментов по выращиванию карпа не выявило колебаний основных показателей, все они находились в пределах ПДК, принятых для водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение.

Рост рыб при промышленном выращивании имеет первостепенное значение, как и условия искусственно созданной среды. Он обусловлен как генетическим механизмом вида и формообразования (фундаментальные основы развития и роста организма), так и особенностями кормления.

Средняя масса сеголеток карпа на начало эксперимента равнялась 20 г при длине тела 11 см. Кормление рыбы вели по двум схемам: контроль и опытный вариант с добавлением сапропеля. Длительность эксперимента составила 30 сут. (табл. 4).

Таблица 4. **Рыбоводно-биологические показатели при выращивании карпа**

Показатели	Варианты	
	Контроль	Опыт (сапропель)
Масса начальная, г	20,75±0,94	20,09±1,09
Масса конечная, г	80,75±1,37	105,09±2,15*
Абсолютный прирост, г	60	85
Среднесуточный прирост, г	2	2,83
Среднесуточный прирост, %	14,5	15,8
Коэффициент массонакопления, ед.	0,16	0,2
Выживаемость, %	100	100
Кормовые затраты	1,2	1,0
Продолжительность эксперимента, сут.	30	30

* Различия достоверны при $p \geq 0,001$.

В ходе исследований было установлено, что использование корма с добавлением сапропеля оказало положительное влияние на показатели роста молоди, что выражалось в увеличении прироста массы тела по сравнению с контрольным вариантом на 25 г, в снижении кормовых затрат и улучшении в целом других рыбоводно-биологических показателей (темпа роста, накопление массы и др.) (рис. 3).

Выживаемость молоди в контрольном и опытном вариантах составила 100%. На момент окончания эксперимента рыба в контрольном бассейне слегка отставала в росте и менее интенсивно потребляла корма. Рыба опытной группы активно потребляла задаваемые корма. Прирост за время проведения экспериментов (30 сут.) составил 75%, от первоначальной массы (рис. 4).

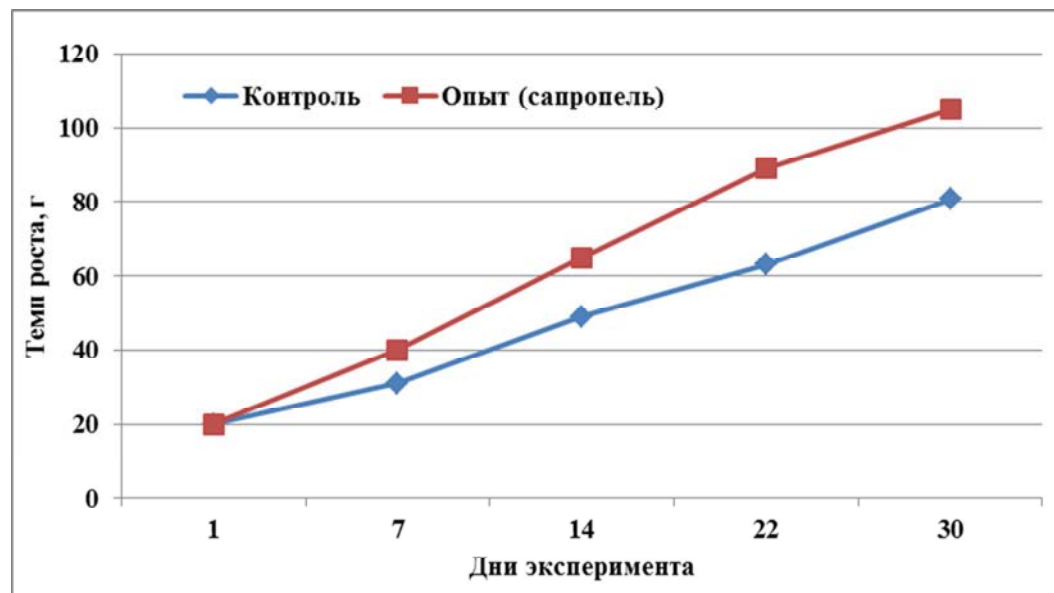


Рисунок 3. Темп роста молоди карпа

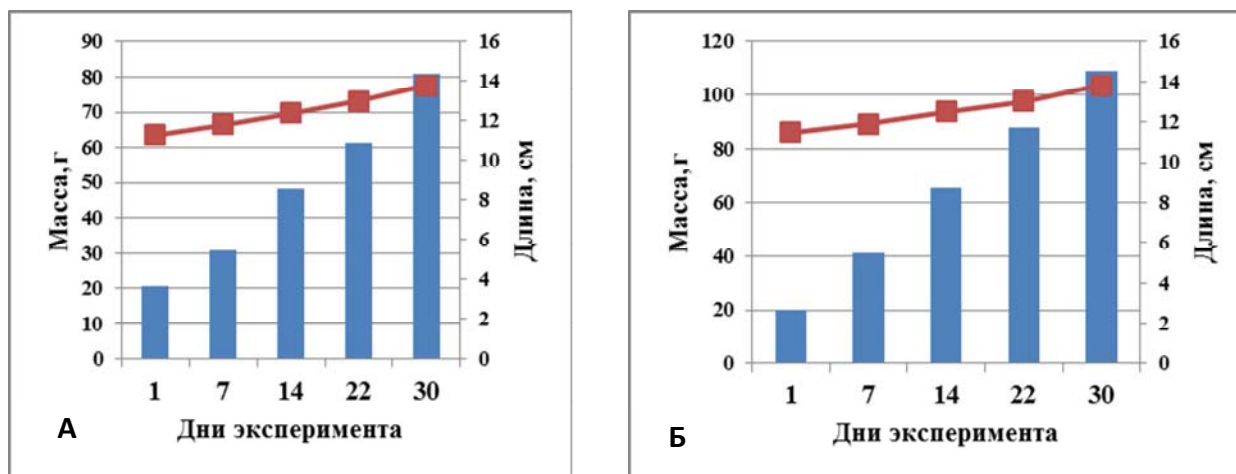


Рисунок 4. Динамика изменения массы и длины карпа в контрольном и опытном вариантах:

А – контроль, Б – опыт (сапропель). Обозначения: столбики – масса, г; линия – длина, см

В ходе изучения основных биохимических показателей выращенной молоди карпа достоверных различий в содержании протеина отмечено не было (табл. 5).

Таблица 5. Биохимический состав тела карпа на конец эксперимента

Показатель	Варианты опыта		Химический состав сеголеток карпа
	Контроль	Опыт (сапропель)	
Массовая доля протеина, %	13,22	13,32	12-17
Массовая доля жира, %	19,93*	5,22	3-11
Массовая доля влаги, %	62,5	75,85*	72-80
Массовая доля золы, %	2,9	2,8	2-3
Массовая доля фосфора, %	0,46	0,58	0,3-0,6
Массовая доля кальция, %	0,77	0,86	0,3-0,9
Кислотное число, мг/г	3,8	1,5	До 3

* Различия достоверны при $p \geq 0,001$.

Массовая доля жира самой высокой оказалась в контрольном варианте – 19,93%. В зависимости от содержания жира в мясе рыб подразделяют на четыре группы: тощие – с содержанием жира до 2%, среднежирные – 2 до 8, жирные – от 8 до 15 и особожирные – с содержанием жира от 15% и более. Полученные нами данные показали, что карп опытного варианта относится к группе среднежирных, а такая рыба полезна для потребления в пищу.

Массовая доля фосфора и кальция в теле живого карпа, выращенного на корме с сапропелем, соответствовала норме. Это говорит о том, что рыба за весь период выращивания была в достаточном количестве обеспечена минеральными веществами.

Таким образом, результаты проведенного комплекса рыбоводно-биологических и биохимических исследований показали эффективность применения кормов на основе сапропеля, что ведет к увеличению усвояемости корма и, как следствие, улучшению качества выращиваемой рыбы в лабораторных условиях и в условиях прудового хозяйства.

Литература

- Багров А.М., Бондаренко Л.Г., Гамыгин Е.А., Сержант Л.А., Скляров В.Я.* Технологии прудового рыбоводства. – М.: Изд-во ВНИРО, 2014. – 360 с.
- Лакин Г.Ф.* Биометрия: Учебное пособие для биологических специальностей вузов 4-е издание, перераб. и допол. - М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
- Мамонтов Ю.П., Скляров В.Я., Стецко Н.В.* Прудовое рыбоводство. Современное состояние и перспективы развития рыбоводства в Российской Федерации. – М.: Изд-во ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 216 с.
- Матишов Г.Г., Пономарев С.В., Баканева Ю.М., Болонина Н.В., Грозеску Ю.Н., Кокоза А.А., Распопов В.М., Пономарева Е.Н., Федоровых Ю.В., Лагуткина Л.Ю., Белая М.М., Бахарева А.А., Красильникова А.А.* Справочник рыбоведа. Инновационные технологии аквакультуры юга России. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. - 224 с.
- Остроумова И.Н.* Биологические основы кормления рыб. Изд-е 2-е, испр. и перераб. – СПб.: изд. ГосНИОРХ, 2012. – 564 с.
- Пономарев С.В., Гамыгин Е.А., Никоноров С.И., Пономарева Е.Н., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А.* Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России. - Астрахань: «Нова плюс», 2002. – 264 с.
- Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. - М.: Пищевая пром-сть, 1966. – 250 с.
- Скляров В.Я.* Корма и кормление рыб в аквакультуре. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 150 с.
- Скляров В.Я.* Научное обеспечение и анализ направления развития аквакультуры юга России // Сборник докладов расширенного заседания Президиума ЮНЦ РАН (Ростовская область, с. Кагальник, 10 июня, 2015 г.) «Задачи государства в становлении морского и пресноводного рыбоводства: опыт, ошибки и перспективы импортозамещения». – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2015. – С. 97-104.

SAPROPEL AS VALUABLE FEED RAW MATERIALS IN COMPOUND DIETS FOR CARP

D.A. Berezhnov

Astrakhan State Technical Universit, berezhnov.95@list.ru

The paper presents the results of the use of sapropel in production of compound feed for fingerling of common carp, because they are in growing marketable fish are the most sensitive to the nutritional value and quality food. Studied the biochemical composition of sapropel in anabranch Kaspyskiy (Limansky district, Astrakhan region), as well as its amino acid composition. The complex of fish-biological and biochemical studies showed the effectiveness of feed use on the basis of sapropel, resulting in increased feed digestibility, and, consequently, improve the quality of cultured fish under laboratory conditions and in the conditions of the ponds.

ВЛИЯНИЕ ТИРЕОИДНЫХ ГОРМОНОВ НА РАЗВИТИЕ И РОСТ ЛИЧИНОК ЧЕРНОМОРСКОГО КАЛКАНА

Д.С. Березовская, Л.И. Булли

ФГБОУ ВО Керченский государственный морской технологический университет «КГМТУ», г. Керчь, lapochka2008.93@mail.ru, l_bulli@mail.ru

Черноморская камбала калкан *Scophthalmus maeoticus* = *Psetta maeotica* является перспективным объектов марикультуры. Успешное получение жизнеспособной молоди этого вида для товарного выращивания и пополнения естественных популяций в значительной степени зависит от особенностей развития личинок в течение метаморфоза. При этом важную роль в контроле процессов жизнедеятельности и роста личинок в этот период играют тиреоидные гормоны: тироксин (T_4) и трийодтиронин (T_3).

Известно (Power et al., 2001; Бойко, 2004, 2015), что яйца рыб богаты гормонами щитовидной железы, но в течение эмбриогенеза концентрация T_4 и T_3 уменьшается, порой до критических величин. Исследованиями ряда авторов показано, что обработка личинок рыб гормонами щитовидной железы повышает их выживаемость, синхронизирует процессы развития и сокращает сроки метаморфоза (Eales, 1997; Зензеров, 2006, 2007; Бойко, 2015).

В связи с этим с целью исследования возможности повышения выживаемости и качества молоди калкана изучалось влияние синтетического гормона *L*-тироксина на развитие и рост личинок, выращиваемых в искусственных условиях.

Работы проводились в 2012-2013 гг. на научно-исследовательской базе «Заветное», расположенной в южной части Керченского пролива. Использовалась комбинированная технология получения в искусственных условиях жизнестойкой молоди калкана, включающая элементы как интенсивной, так и экстенсивной технологий. Зрелую икру получали от диких производителей, отловленных в северо-восточной части Черного моря. Инкубацию икры и выращивание личинок проводили в проточных пластиковых бассейнах объемом 6 м³, находящихся под специальным навесом, обеспечивающим освещение «скользящая тень». В течение первых 12 суток личинок выращивали при температуре 13-17 °С, используя черноморскую воду соленостью 17-18‰, предварительно профильтрованную через мельничное сито. После перехода личинок на активное питание температура воды повышалась до 20 °С.

Личинок кормили как культивируемыми живыми кормами - коловраткой *Brachionus plicatilis*, науплиями артемии, - так и «диким зоопланктоном», в основном разными стадиями жизненного цикла копеподы *Diaptomus salinus* из соленого озера. В бассейны ежедневно вносили альгологически чистые культуры морских микроводорослей - *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri*, *Platimonas viridis* и *Chlorella* sp. f. *marina*. На завершающих этапах метаморфоза личинок переводили на искусственный стартовый корм для лососевых рыб.

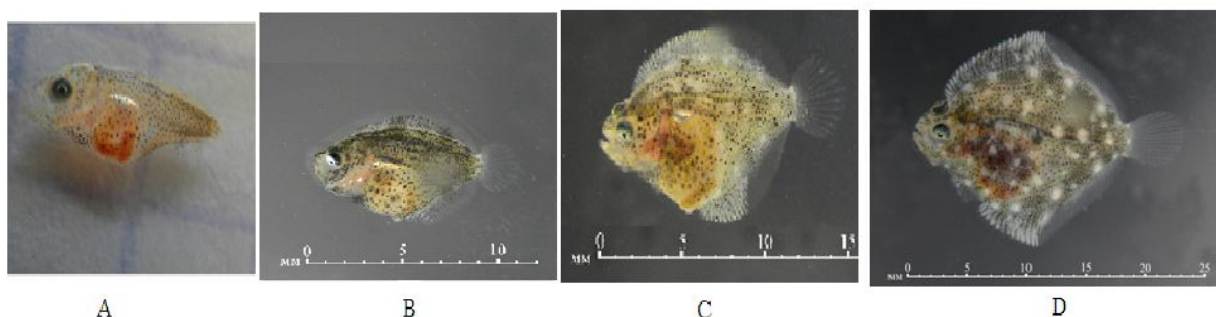
Исследования 2012-2013 гг. были направлены на решение ряда проблем, возникающих при выращивании молоди морских рыб. Прежде всего, это проблема высокой гетерогенности молоди, выращиваемой в искусственных условиях при больших плотностях посадки. Известно, что у рыб в условиях ограниченного пространства между особями возникает конкуренция, ведущая к повышению расхода энергии на поддерживающий обмен и замедлению роста (Ивлев, 1959). В плотных популяциях камбалы появляется непропорционально большое количество мелких медленнорастущих личинок, характеризующихся низкой жизнеспособностью в период метаморфоза (Шелбурн, 1971).

При решении этих вопросов были проведены серии экспериментов по повышению выживаемости и интенсивности развития личинок калкана с использованием синтетического *L*-тироксина. Для экспериментов в выростных бассейнах отбирали отстающих в развитии личинок калкана в возрасте 12 суток (на этапе перехода на внешнее питание) и 17 суток (на этапе начала смещения правого глаза, при высоте тела до 30% его длины). Обработку гормонами проводили 3-4 раза, через день, один раз в сутки, используя метод гормональных ванн с экспозицией 1 час.

Уже после первой обработки у личинок отмечалось повышение пищевой активности, вероятно, за счет изменений в пищеварительной системе (Soffientino, Specker, 2001). Как известно, гормоны щитовидной железы (так же как и высоконенасыщенные жирные кислоты) играют важнейшую роль в обеспечении формирования органов и систем в организме. Они влияют на изменения в пищеварительной системе, контролируя синтез специфических белков и ускоряя дифференцировку желудочных желез и отделов (Mellinger, 1994; Soffientino, Specker, 2001) Это определяет успешное завершение метаморфоза.

На восьмые сутки после начала обработки тироксином у личинок, получавших малые концентрации препарата - общей дозой 2 мкг/л, - отмечались увеличение высоты и длины тела и смещение глаза к середине головы (см. рисунок, С-D).

В то же время увеличенная в три раза доза препарата приводила к интенсивному смещению глаза и преждевременному (при длине не более 2 см) переходу на донный образ жизни, у некоторых особей это происходило уже на 3-4-е сутки после начала эксперимента.



Морфологические изменения у личинок черноморского калкана в процессе метаморфоза

Таким образом, обработка тироксином отставших в развитии личинок суммарной дозой 2 мкг/л способствовала нормализации их развития. У личинок наблюдалось смещение глаза, увеличивалась высота и длина тела.

В.С. Зензеровым (2007) показано, что обработка ранних личинок рыб (горбуши) малыми дозами гормона приводит к повышению функциональной активности фолликулов щитовидной железы. Многократное же воздействие тироксина суммарной дозой до 20-50 мг/л оказывает на щитовидную железу молоди горбуши ингибирующий эффект, блокирующий выделение щитовидной железой собственных гипофизов. Это стимулирует весовой рост, увеличение упитанности и среднесуточный прирост. Автором показано, что, влияя на функцию щитовидной железы (снижая или повышая уровень тиреоидных гормонов в организме рыб), можно регулировать некоторые процессы их жизнедеятельности.

В связи с тем, что при выращивании личинок калкана на экспериментальной базе ЮгНИРО используются разные виды живых кормов: коловратка, диаптомус и науплии артемии - представлялось важным определить степень влияния тироксина на личинок в зависимости от вида потребляемого ими корма. Поскольку науплии артемии не применяются в качестве стартового корма для личинок черноморского калкана из-за малых размеров последних, то экспериментов с ними не проводили. Кроме того, ранее (Solbakken et al., 2002) уже было показано, что при кормлении личинок камбалы науплиями артемии отмечается менее интенсивное их развитие, чем при кормлении «диким» зоопланктоном, в состав которого входят в основном копеподы. Поэтому для эксперимента были отобраны 12-суточные личинки (на этапе перехода на активное внешнее питание), кормившиеся только коловраткой и диаптомусом. Личинок обрабатывали малыми дозами тироксина по методике, используемой в первом эксперименте. Контролем были личинки, выращиваемые на диаптомусе.

В возрасте 22 суток у личинок, питавшихся диаптомусом, после обработки тироксином отмечалось смещение глаза на середину головы и увеличение высоты тела до 67-70% его длины (см. рисунок, D). Личинки, выращиваемые на коловратке, к этому возрасту достигали стадии метаморфоза, когда глаз смещается к середине головы, но до центра ее не доходит (см. рисунок, C), высота тела составляла 58-60%.

В контрольных бассейнах, в которые тироксин не вносили, личинки имели разную высоту тела (от 45 до 68%) и степень смещения глаза: начало смещения отмечалось у 30% личинок (см. рисунок, B), у 50% глаз не доходил до середины головы (C), и у 20% наблюдалось смещение глаза на середину головы (D). Как видно из результатов эксперимента, при обработке тироксином более интенсивное развитие зафиксировано у личинок, питавшихся копеподами. Гормональная обработка личинок, потреблявших коловраток, также приводила к снижению гетерогенности и нормальному развитию, но с меньшей скоростью. По-видимому, при использовании в качестве корма коловраток необходимы несколько большие дозы гормона. Известно, что природным источником тиреоидных гормонов для камбал являются живые корма и прежде всего – копеподы, содержащие также высокие уровни витаминов, восков, жирных кислот и других биологически активных метаболитов, влияющих на уровень выживаемости рыб в естественной среде обитания (Eales, 1997; Solbakken et al., 2002; Koven, 2003; Бойко, 2015).

Таким образом, тиреоидные гормоны являются важными элементами для обеспечения нормального развития личинок черноморского калкана, которые, вероятно, прямо или косвенно влияют и на их рост в течение метаморфоза. При выращивании личинок в искусственных условиях допустимо использовать малые дозы синтетического L-тироксина для регулирования интенсивности их развития, корректируя дозы в зависимости от вида корма.

Литература

- Бойко Н.Е. Изучение последствий тиреоидных гормонов и кортизола на рост, тиреоидный статус и показатели крови молоди осетра // Вопр. рыболовства. - 2004. - Т. 5. - № 3(19). - С. 500-513.
- Бойко Н.Е. Тиреоидные гормоны – важнейшие факторы развития рыб в аквакультуре. - Материалы Междунар. науч. конф. «Актуальные проблемы аквакультуры в современный период» (28.09.- 02.10. 2015 г.). - Ростов-на-Дону, 2015. - С. 12-13.
- Зензеров В.С. Тироксин как стимулятор роста молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walb.) Баренцева моря // ДАН. - 2006. - Т. 410. - № 2. - С. 278-280.
- Зензеров В.С. Особенности структуры и функционирования щитовидной железы рыб Баренцева моря. Автореф. докт. дис. - Петрозаводск, 2007. – 42 с.
- Ивлев В.С. Опыт оценки эволюционного значения уровней энергетического обмена // Журн. общей биологии. - 1959. - Т. 20. - № 2. - С. 94-103.
- Шелбурн Д. Е. Искусственное разведение морских рыб. – М.: Пищевая пром-сть, 1971. – 85 с.
- Eales J.G. Iodine metabolism and thyroid-related functions in organisms lacking thyroid follicles: are thyroid hormones also vitamins // Proc. Soc. Exp. Biol. Med. - 1997. - Vol. 214. - P. 302-317.
- Koven W. Key factors influencing juvenile quality in mariculture: a review // The Israeli Journal of Aquaculture. - 2003. - Vol. 55. - № 4. - P. 283-297.
- Mellinger J. Le role des hormones thyroïdiennes dans le développement des poissons // Bull. Soc. Zool. Fr. - 1994. - Vol. 119. - № 4. - P. 315-324.
- Power D.M., Llewellyn L, Faustino M., Nowell M.A., Bjoernsson B.Th., Einarsdottir I.E., Canario A.V.M., Sweeney G.E. Thyroid hormones in growth and development of fish // Comparative Biochemistry and Physiology, C [Comp. Biochem. Physiol., C]. Dec. 2001. - Vol. 130. - No. 4. - P. 447-459.
- Soffientino B., Specker J.L. Metamorphosis of summer flounder, *Paralichthys dentatus*: cell proliferation and differentiation of the gastric mucosa and developmental effects of altered thyroidal status // Journal of Experimental Zoology. – 2001. - Vol. 290. - No. 1. - P. 31-40.
- Solbakken J.S., Berntssen M.H.G., Norberg B., Pittman K.A. and Hamre K. Different iodine and thyroid hormone levels between Atlantic halibut larvae fed wild zooplankton or *Artemia* from first exogenous feeding until post metamorphosis // J. Fish Biol. - 2002. - Vol. 61. - No. 6. – P. 1345-1362.

THE INFLUENCE OF THYROID HORMONES ON THE DEVELOPMENT AND GROWTH OF LARVAE BLACK SEA TURBOT

D.S. Berezovskaya, L.I. Bulli

FSBEI HE «Kerch State Marine Technology University» (FSBEI HE "KSMTU"), Kerch, lapochka2008.93@mail.ru, l_bulli@mail.ru

The effect of the synthetic *L*-thyroxin on growth and development of larvae of the Black Sea turbot *Scophthalmus maeoticus* = *Psetta maeotica*. It is shown, that a 3-4 fold processing of fish with small fish hormone doses (0,5-0,6 mg/l) encourages the development and promotes the reduction in the rearing of their pools of their heterogeneity in size and physiological condition. It is noted that to promote the completion of the metamorphosis of the larvae feeding with rotifers, it is needed a little larger dose of thyroxin than for the larvae feeding with copepods.

УДК 639.517

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ АВСТРАЛИЙСКИХ КРАСНОКЛЕШНЕВЫХ РАКОВ (*CHERAX QUADRICARINATUS*) В УЗВ

М.С. Валиев

ФГБНУ «АзНИИРХ», г. Ростов-на-Дону, Россия, urtusar@rambler.ru

Работа посвящена изучению содержания тропических австралийских красноклешневых раков в установках замкнутого водообеспечения. Основной акцент в статье делается на перспективности новых объектов культивирования. Среди позитивных доводов, свидетельствующих о пользе аквакультуры этих, экзотических для России животных, особо отмечаются их быстрый рост, высокая плодовитость, а также комбинированный способ выращивания, способный существенно повысить рентабельность производства.

Особой популярностью в разных странах пользуется деликатесная продукция ракообразных. Производство пресноводной ракообразной продукции, обеспечивающей получение максимальной прибыли, определяется общим развитием аквакультуры, как сектора экономики страны.

До недавнего времени лидерами в такой области пресноводной аквакультуры, как выращивание раков, считались Америка, Австралия, северные страны Европы. Однако в последнее десятилетие, благодаря системному подходу, наблюдается также прорыв в производстве ракообразных и во внутренних водоемах Китая (Лагуткина, 2006).

По результатам многолетнего мирового опыта созданы основные типовые рекомендации по аквакультуре раков, базирующиеся на биологических характеристиках выращиваемых объектов. В последнее время широкую известность в мире получил такой объект тепловодной аквакультуры, как австралийский красноклешневый рак (англ. – Australian Redclaw Crayfish) (лат. – *Cherax quadricarinatus*). Помимо Австралии рак является объектом аквакультуры в Турции и Израиле; кроме того, интродуцирован в водоемы Южной Африки, Мексики, Ямайки, Пуэрто-Рико, Замбии и Сингапура, где создал дикие популяции. Данные раки являются весьма востребованным продуктом, обладающим прекрасными вкусовыми качествами. Кроме того, они обладают относительно неагрессивными поведенческими чертами и весьма высокой плодовитостью и, как следствие, могут культивироваться в больших количествах в неволе.

Первоначальными местами обитания этого рака являются реки штата Квинсленд и северной территории Австралии, находящиеся в зоне тропического климата. Также *Cherax quadricarinatus* обитает в реках на острове Новая Гвинея.

Отличительная черта рака - яркая окраска, типичная для тропических видов, которая колеблется от темно-коричневого до сине-зеленого (рис. 1). Взрослые самцы имеют заметные красные полосы на внешних краях клешней, давшие название животным. Раки способны достигать веса 600 г и длины 40 см. Самки меньше самцов. До наступления половой зрелости проходит от 6 до 12 мес. в оптимальных условиях выращивания. Самки производят от 300 до 800 икринок. Инкубационный период занимает около шести недель.



Рисунок 1. Австралийский красноклешневый рак

Продолжительность жизни раков - 5 лет. Австралийские красноклешневые раки демонстрируют достаточно быстрый темп роста - за 6 мес. они способны достичь товарной массы 50-60 г.

Содержание мяса в хвостовой части - 30%, в отличие от 15-20 у иных видов раков, обитающих на территории России.

Данный вид нетребователен к качеству воды - активная реакция среды (pH) при культивировании должна находиться на уровне 6,5-8,5, жесткость - от 5 до 20. Оптимальная температура воды составляет 26-28 °С. С учетом биологии объекта, а также принимая во внимание то, что австралийские красноклешневые раки являются тропическими животными, необходимо, чтобы минимальная температура воды не опускалась ниже 10 °С. Верхний порог температуры не должен превышать 36 °С. Следует отметить, что раки устойчивы к колебаниям внешней среды, например, они способны выжить при низком содержании кислорода и высокой концентрации нитратов. При этом нужно помнить, что совершенно недопустимым является наличие в воде ионов меди.

В настоящий момент многие коммерческие хозяйства мира, расположенные в климатических зонах, идентичных зонам природных популяций этих раков, занимаются их культивированием в открытых водоемах. Это, в первую очередь, тропические

регионы Африки, Америки и Азии. Данный метод выращивания, безусловно, является наиболее рентабельным, а природно-климатические условия обеспечивают большой выход товарной продукции.

Что же касается России, то в связи с требованиями к среде обитания теплолюбивых *Cheax quadricarinatus* круглогодичная аквакультура данных животных в открытых водоемах невозможна, даже в субтропиках Черноморского побережья. Однако достижения российских и зарубежных технологий в области установок замкнутого водообеспечения (УЗВ) (рис. 2, 3) позволяют эффективно выращивать раков на территории многих регионов страны. Более низкая рентабельность производства по сравнению с методом аквакультуры в открытых водоемах нивелируется стойким спросом на продукцию и дополнительно свободой рынка в связи с санкционными ограничениями.



Рисунок 2. Молодь *Cheax quadricarinatus* в УЗВ

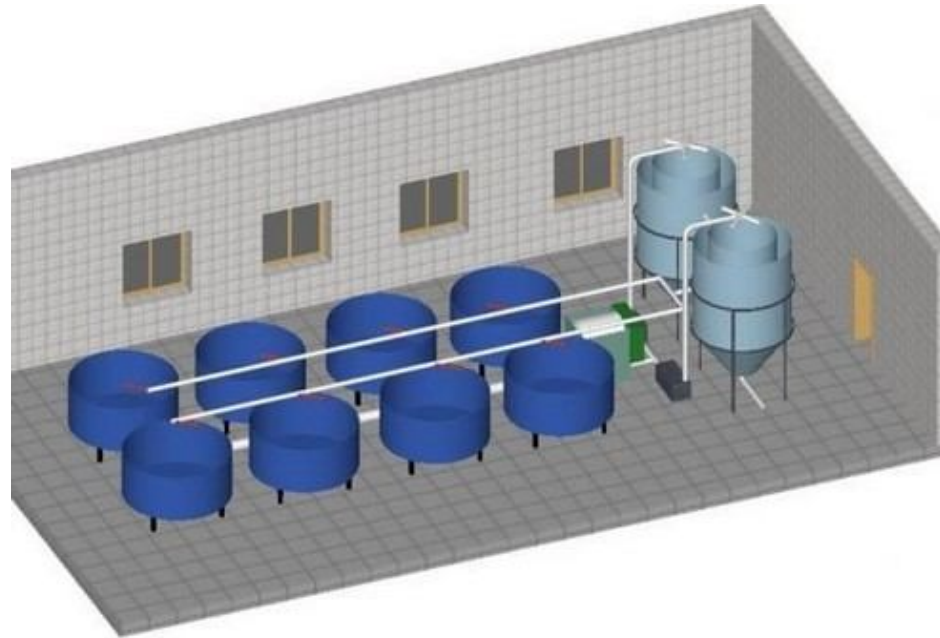


Рисунок 3. Примерный вид установки УЗВ

Основные параметры содержания в УЗВ при условии высокого темпа роста равны: рН - 8, жесткость – от 5 до 15, температура воды –26-28 °С, содержание O_2 - 7 мг/л, освещённость - 14 часов дневного цикла и 10 часов ночного.

Необходимый набор оборудования (рис. 4) в общем, типичен для аквакультуры в условиях УЗВ: это системы блоков, обеспечивающих все технологические процессы выращивания объектов. Сюда включаются: раководные бассейны, блок механической оценки воды, биологический фильтр, блок водоподготовки. Последний блок содержит следующие компоненты: ультрафиолетовый стерилизатор, предназначенный для антибактериальной обработки воды, денитрификатор (устройство для удаления нитрат-ионов из воды), концентратор кислорода, оксигенатор – устройство для насыщения воды кислородом (Матишов и др., 2011).

Также рекомендуется для снятия высокой нагрузки на механический биофильтр вводить в систему дополнительный бак-отстойник, который используется для предварительного осаждения взвешенных частиц. Для поддержания температурного режима воды в бассейнах и воздуха в аквакомплексе можно использовать сплит-системы, способные работать в режимах охлаждения и обогрева. Контрольно-измерительная система состоит из многофункционального дисплея, который в разных режимах выводит информацию о состоянии среды обитания объектов. К устройству может быть подключено до восьми датчиков (Матишов и др., 2011). Также для обеспечения энергобезопасности в структуре рачьей фермы необходимо иметь дизельный электрогенератор.



Рисунок 4. Компоненты установки УЗВ

Для кормления раков, как правило, используются наиболее изученные и поставленные на промышленную основу корма для креветок различных производителей. Такие корма представлены широким разнообразием рецептур.

В состав кормов входят аттрактанты, ферментоллизаты (гидролизаты), стимуляторы роста, протекторы от токсинов, липиды, витамины, аминокислотные препараты, минеральные вещества, пигменты, антиоксиданты. В процессе кормления используют сбалансированные кормосмеси (по составу незаменимых жирных кислот, витаминов, необходимых минеральных веществ). Всего при составлении рецептов кормов применяют до 110 компонентов. В период выращивания проводится двукратное кормление молоди в течение суток. Кроме кормов для креветок допускается кормление молоди рыбным стартовым комбикормом. Норма кормления составляет около 2% массы тела.

Для стимулирования одновременного получения потомства необходимо самцов и самок разделить на срок 7-10 дней. Условия содержания при этом таковы: температура - 17-18 °С, освещённость - 10 часов дневного цикла и 14 часов ночного. Затем постепенно поднимают температуру на 1-2° в день до оптимума и освещённость до 14 часов дневного цикла и 10 часов ночного и половое соотношение из расчета 2-3 самки на 1 самца.

При содержании производителей в УЗВ (рис. 5) целесообразно принять определенные меры в качестве страховки от негативных поведенческих особенностей, свойственных всем ракообразным. Речь идет о склонности к каннибализму. Особенно уязвимыми являются особи, перенесшие линьку. В данном случае рекомендуется в раководных бассейнах устраивать искусственные убежища, например, в виде самодельных нор, которые могут быть изготовлены (напилены) из пластиковых труб небольшого диаметра. Этот шаг позволит создать и поддерживать равномерное пространственное распределение особей и избежать крупных скоплений.



Рисунок 5. Производители *Cherax quadricarinatus* в УЗВ

При необходимости работы с производителями существует действенный прием, позволяющий сконцентрировать массу раков в определенной части бассейна. Речь идет о реотаксисе, или реакции особей на течение. А именно, при снижении уровня воды в бассейне особи активно передвигаются против течения. Эта особенность позволяет использовать для сбора производителей так называемые «поточные ловушки». Раки, перемещаясь против тока воды, собираются либо в заданной части бассейна, либо в специальном резервуаре (в зависимости от комплектации УЗВ).

Как уже отмечалось выше, культивирование тропических раков в УЗВ проигрывает по рентабельности их круглогодичному содержанию в открытых водоемах. В связи с этим особое внимание стоит обратить на схему комбинированного выращивания австралийских красноклешневых раков. Суть ее в следующем.

На первоначальном этапе производится получение личинок рака осенью в промышленных условиях при температуре 25-28 °С, без проведения длительной зимней диапаузы самок с икрой. Следующим этапом является подращивание молоди рака до навески 15-20 г в зимний период в закрытом помещении, в промышленных условиях при температуре воды 26-28 °С при плотности посадки от 3000 шт./м² с дальнейшим уменьшением плотности до 300 шт./м². При соблюдении технологии к середине мая молодь раков способна достичь средней индивидуальной массы 17,8 г при колебании от 2 до 24 (<http://www.findpatent.ru>).

При наступлении благоприятного для аквакультуры рака температурного режима воды товарное выращивание его до навески не менее 50-70 г производится и полностью завершается в открытых спускных рыбоводных водоемах в течение 100-120 дней (в зависимости от региона). В период выращивания в открытом водоеме допускается колебание температуры воды от 18 (в утренние часы) до 32 °С. Выращивание осуществляется в интенсивном или экстенсивном режиме. Спуск воды и облов пруда рекомендуется осуществлять не позже периода, при котором суточная температура воды уже не превышает 19 °С (рис. 6).



Рисунок 6. Облов пруда осенью

В зависимости от рыбоводной зоны этот период, в частности на юге России, длится с 1 до 18 сентября. Как показывает практика некоторых хозяйств Астраханской области, успешно освоивших данную технологию производства тропических раков – после спуска воды и облова пруда, масса выловленных раков колебалась от 52 до 107 г и в среднем составляла 67,5 (рис. 7). Минимальные массы отмечены у самок, максимальные - у самцов. Выживаемость раков составляет в среднем 80-85%. Часть выловленных самок имела икру на разных стадиях развития (Пономарев, Лагуткина, 2005) (рис. 8).



Рисунок 7. Разница в возрасте раков – три месяца



Рисунок 8. После облова: самка рака с икрой

Таким образом, полный производственный цикл получения товарного рака от личинки до взрослой особи навеской 50-70 г длится не более 12 месяцев: с сентября текущего по сентябрь следующего года.

Данная комбинированная схема выращивания австралийского красноклешневого рака является наиболее перспективной с точки зрения рентабельности. Также заслуживает внимания и тот факт, что при таком подходе наиболее трудоемкий отрезок культивирования – работа в УЗВ - упрощается в связи с тем, что нет необходимости содержать в замкнутой системе огромную массу взрослых раков. В холодный период, недоступный для выращивания в открытом водоеме, в УЗВ проводится работа лишь с производителями, а также с молодь. Кроме того, комбинированный способ дает возможность вырастить к началу лета посадочный материал высоких весовых кондиций.

Подводя итог, можно отметить, что на сегодняшний день культивирование быстрорастущих тропических австралийских раков Redclaw Crayfish с помощью установок УЗВ представляется технологически совершенным и рентабельным процессом, еще и не требующим, ко всему прочему, столь же высокой квалификации специалистов, занятых в этой отрасли, как, например, у специалистов, работающих в сфере товарного рыбоводства. Данный способ производства раков способен занять лидирующие позиции в своей области и внести очень существенный вклад в сектор пресноводной аквакультуры в южных регионах России.

Литература

Интернет-источник: <http://www.findpatent.ru>.

Лагуткина Л.Ю.. Системный подход в развитии марикультуры // Вестник Астрахан. гос. техн. ун-та. - 2006. - № 3 (32). - С. 29-34.

Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Журавлева Н.Г. Практическая аквакультура. - Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. - 282 с.

Пономарев С.В., Лагуткина Л.Ю. Марикультура. Культивирование креветок. Учебное пособие. - Астрахань: Изд-во АГТУ, 2005. - 72 с.

CULTIVATION OF AUSTRALIAN REDCLAW CRAYFISH (CHERAX QUADRICARINATUS) IN THE CLOSED WATER SYSTEM

M.S. Valiev

FSBSI «AzNIIRKH», Rostov-on-Don, Russia, urtusar@rambler.ru

The paper studies the content of a tropical Australian Redclaw Crayfish in closed water circulation installation. The main focus of the work is done at the prospect of new objects of culture. Among the positive arguments that speak in favor of aquaculture, exotic animals to Russia, particularly in the article marked their rapid growth, high fertility, as well as the combined method of cultivation can significantly increase the profitability of production.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ РЕКИ ОБЬ В ГРАНИЦАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Л.В. Веснина, Н.Н. Ершов, Г.А. Романенко, Я.С. Пяткова, К.А. Кузнецова

Алтайский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», г. Барнаул, artemia@alt.ru

Рыбохозяйственный фонд Алтайского края чрезвычайно многообразен и состоит, в основном, из верховьев Оби с ее крупными притоками, их пойменными водоемами и малыми притоками первого порядка. Протяженность р. Обь в пределах края - 458 км, площадь водосбора – 209 тыс. км². Обширная акватория и благоприятные экологические условия р. Обь делают ее одним из главных водных объектов рыбохозяйственного значения (Водоемы Алтайского..., 1999). Основные мониторинговые исследования верховьев Оби в многолетней перспективе проводились в границах Каменского и Шелаболихинского районов Алтайского края на протоках Малышевской, Нижней Заломной, Харихе, Соплякова, Хазова и Степной, характеризующихся наиболее высокой биологической продуктивностью.

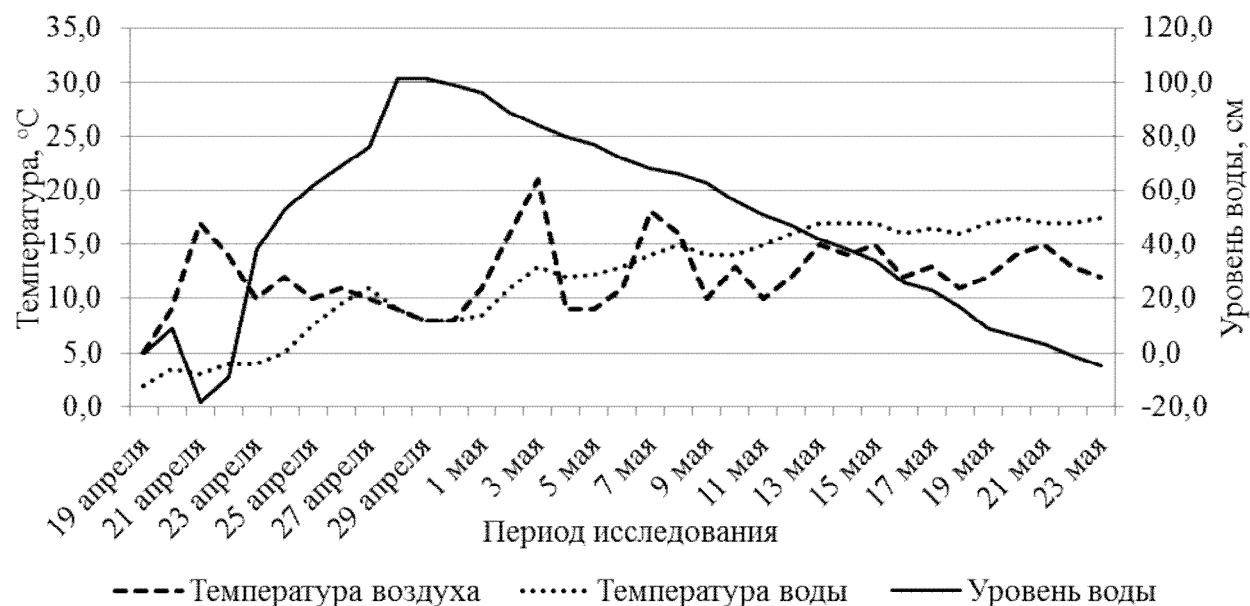
Одними из важнейших факторов, определяющих величину и состояние промыслового запаса того или иного вида рыб, являются гидрологический режим водного объекта и доступность кормовых ресурсов. Гидрологический и температурный режимы оказывают большое влияние на процессы жизнедеятельности гидробионтов. От весенней динамики уровня и температуры воды зависят сроки наступления и продолжительность нереста рыб. В летне-осенний период абиотические факторы обуславливают интенсивность развития кормовой базы водных объектов и характер питания водных биоресурсов. Наиболее резкие колебания температурного и уровневого режимов для р. Обь характерны в весенний период (Зеленцов, Рыжакова, 2008).

На р. Обь с протоками в границах Каменского и Шелаболихинского районов Алтайского края в третьей декаде апреля 2015 г. наблюдался резкий скачок уровня воды – 101 см выше «условного ноля» (уровень воды на момент начала наблюдений), суточный прирост уровня составлял 14,5 см. Май характеризовался равномерным спадом уровня, в среднем по 4,4 см в сутки (см. рисунок).

В летний период гидрологический режим характеризовался относительной стабильностью. Амплитуда колебаний уровня воды не превышала 40 см. С начала октября отмечено его постепенное снижение. Становление ледового покрова наблюдалось с середины ноября.

Среднесуточная температура воздуха в весенний период характеризовалась резкими колебаниями – от минус 10,0 до плюс 21,0°C, температура воды стабильно повышалась - от 2,0 до 17,5°C, в среднем на 0,45° в сутки. В летний период среднесуточная температура воздуха варьировала от 18,0 до 34,0°C, воды – от 15,0 до 22,0. Среднесуточная температура воздуха в осенний период изменялась от плюс 19,0°C до минус 22,0, а температура воды - от 11,0 до 5,0°C.

Рыбопродуктивность водоема зависит от уровня развития кормовой базы, которая формируется за счет и зоопланктона и зообентоса (Кузьмина, Сазонова, 2014). Рассмотрим подробнее кормовую базу р. Обь с основными протоками.



Динамика температурного режима и уровня воды в р. Обь в границах Каменского района, 2015 г.

По данным А.Н. Петкевича, Б.Г. Иоганзена (1958) и Л.В. Весниной с соавторами (2011), в составе зоопланктона верховьев Оби обнаружено более 50 видов коловраток, 15 видов ветвистоусых и 3 вида веслоногих ракообразных. В русле реки коловратки занимают доминирующее положение, в пойменных водоемах, по мере удаления от русла, значение коловраток уменьшается, а ракообразных возрастает, что значительно повышает кормовые ресурсы водоемов поймы.

В вегетационный период 2015 г. в исследуемых водотоках отмечен 21 вид зоопланктона, из которых 14 – коловратки, 4 – ветвистоусые, 3 – веслоногие ракообразные. Наибольшее количество таксонов зафиксировано в протоке Степная (14 видов) – наиболее мелководной из изученных проток. Основу структуры зоопланктона р. Обь образует комплекс *Asplanchna priodonta* + *Keratella quadrata* + *Mesocyclops leuckarti*. На всех обследованных участках показатели численности и биомассы зоопланктона были невысокими и в среднем были равны 6,00 тыс. экз/м³ и 0,12 г/м³ соответственно. В численном отношении в составе зоопланктона преобладали коловратки. Основу биомассы составляли веслоногие ракообразные.

Видовой состав и биомасса зообентоса верховьев Оби зависят от характера донных биотопов, который изменяется по руслу от истока до зоны выклинивания подпора Новосибирского водохранилища (в границах Алтайского края). В верхнем течении зообентос характеризуется наличием представителей личинок групп зообентоса из сем. Chironomidae (комары-звонцы), а также кл. Coleoptera (жуки), кл. Oligochaeta (малощетинковые черви), сем. Ceratopogonidae (мокрецы). В протоках реки грунты представлены такими типами, как: песчанистый, заиленный песок и илистый грунт с небольшой примесью растительных остатков. Из вышеперечисленных грунтов преобладающим был илистый грунт. Среди многочисленных групп зообентоса в протоках от литорали до профундали обитают личинки сем. Chironomidae (комары-звонцы), сем. Ceratopogonidae (мокрецы) и кл. Oligochaeta (малощетинковые черви). На всех обследованных участках показатели численности и биомассы зообентоса были невысокими и в среднем составляли 0,84 тыс. экз/м² и 1,47 г/м² соответственно. По уровню развития кормовой базы р. Обь можно отнести к олиго-мезотрофному типу (Оксиук и др., 1993).

Современная ихтиофауна верховьев Оби насчитывает 29 видов рыб, включая виды-акклиматизанты - лещ (*Abramis brama* Linnaeus, 1758), обыкновенный судак (*Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758)), сазан (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758)) – и саморасселяющиеся сорные - верховка (*Leucaspis delineatus* (Heckel, 1843)), головешка-ротан (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877). Из них к промысловым видам относятся: обыкновенная щука (*Esox lucius* Linnaeus, 1758), лещ (*Abramis brama* Linnaeus, 1758), плотва (*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)), язь (*Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758)), сазан (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758)), серебряный карась (*Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)), речной окунь (*Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758)), обыкновенный судак (*Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758)), налим (*Lota lota* (Linnaeus, 1758)) и головешка-ротан (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) (Журавлев, 2003). Наиболее многочисленным видом за время наблюдений в 2015 г. был лещ (47,1%), вторым по численности – плотва (26,9%). Доля судака и налима не превышала 1% от общей ихтиомассы водотока.

Основу промыслового стада леща верховьев Оби составляли особи в возрасте 5-9 лет. В контрольных уловах преобладали особи в возрасте 6+ со средней массой 927,5 г и промысловой длиной 336,7 мм. Доля рыб как старше 10-летнего возраста, так и 2-3- годовиков была незначительной (см. таблицу). Исследование репродуктивных качеств популяции леща показало, что особи становятся половозрелыми на 3-4-м году жизни. Абсолютная плодовитость с возрастом увеличивается и составляет 200-300 тыс. икринок, а относительная колеблется в пределах от 1,11 до 1,19 тыс. шт./г.

**Размерно-возрастная структура популяций основных промысловых рыб реки Обь
в границах Каменского и Шелаболихинского районов Алтайского края, 2015 г.**

Возраст, лет	Масса рыб, г		Промысловая длина тела, мм		Возрастные группы, %
	среднее	колебания	среднее	колебания	
1	2	3	4	5	6
Лещ					
2+	161,2±15,6	134,0-224,0	193,8±5,7	180,0-215,0	1,4
3+	305,3±51,2	111,0-444,0	237,8±14,9	180,0-280,0	1,4
4+	606,0±31,0	361,0-863,0	302,2±5,6	260,0-387,0	5,9
5+	772,9±20,7	495,0-1386,0	320,2±2,7	275,0-380,0	16,4
6+	927,5±18,1	659,0-1881,0	336,7±2,1	290,0-434,0	36,9
7+	1385,7±27,4	702,0-1921,0	383,1±2,7	314,0-498,0	24,8
8+	1718,2±49,1	1011,0-2162,0	407,0±3,6	340,0-450,0	7,9
9+	2043,1±86,6	1526,0-2578,0	428,1±4,8	405,0-450,0	2,5
10+	2337,9±112,6	1939,0-2915,0	439,4±9,2	415,0-490,0	1,8
11+	2289,5±64,5	2225,0-2354,0	440,0±5,0	435,0-445,0	0,4
12+	2554,3±101,5	2359,0-2700,0	448,3±3,3	445,0-455,0	0,5
Плотва					
1+	19,0±0,7	18,0-20,0	124,0±0,1	123,0-125,0	1,1
2+	82,3±7,0	39,0-112,0	162,4±4,7	130,0-184,0	5,9
3+	192,3±6,2	107,0-332,0	208,9±2,1	180,0-248,0	33,5
4+	211,9±3,5	147,0-303,0	214,1±1,3	190,0-250,0	44,7
5+	285,0±9,7	225,0-431,0	230,2±2,3	210,0-250,0	12,8
6+	355,3±23,7	314,0-409,0	246,3±3,8	240,0-255,0	2,0
Язь					
3+	434,3±67,2	263,0-695,0	275,5±12,2	238,0-310,0	4,8
4+	681,5±37,4	346,0-917,0	315,6±5,4	265,0-35,0	11,2
5+	790,3±14,2	600,0-1031,0	330,7±1,8	310,0-360,0	34,4
6+	904,9±26,1	745,0-1293,0	349,0±3,5	330,0-395,0	23,2

7+	1119,6±47,3	765,0-1534,0	364,0±5,1	330,0-405,0	17,6
8+	1381,5±74,4	1088,0-1638,0	388,0±8,4	360,0-410,0	4,8
9+	1517,3±255,0	1221,0-2025,0	408,3±10,9	395,0-430,0	2,4
10+	1581,0±178,0	1403,0-1759,0	405,0±15,0	390,0-420,0	1,6

Серебряный карась

2+	194,9±14,9	144,0-302,0	179,5±5,3	155,0-220,0	8,7
3+	331,6±12,2	182,0-471,0	209,8±2,5	175,0-250,0	32,5
4+	495,1±12,1	369,0-726,0	239,6±2,1	215,0-265,0	35,7
5+	607,9±20,9	274,0-767,0	259,2±2,1	240,0-280,0	19,0
6+	807,2±53,4	661,0-968,0	284,0±7,3	270,0-310,0	4,1

Обыкновенная щука

1+	549,9±83,8	253,0-831,0	380,6±19,1	310,0-455,0	9,6
2+	871,9±46,3	403,0-1582,0	439,9±7,5	350,0-575,0	69,9
3+	1293,6±115,3	870,0-1830,0	503,6±16,0	440,0-590,0	13,3
4+	3433,8±582,8	1981,0-4720,0	700,0±31,1	630,0-770,0	4,8
5+	4916,0±376,0	4540,0-5292,0	825,0±10,0	815,0-835,0	2,4

Речной окунь

2+	174,5±14,0	40,0-274,0	203,4±6,1	130,0-220,0	27,4
3+	239,8±18,9	79,0-554,0	217,8±4,7	160,0-268,0	38,7
4+	562,7±41,8	349,0-835,0	285,0±7,4	245,0-320,0	21,0
5+	690,1±61,4	560,0-1040,0	311,4±7,2	280,0-345,0	12,9

Обыкновенный судак

1+	143,0±1,0	142,0-144,0	222,5±2,5	220,0-225,0	4,2
2+	673,0±31,0	363,0-983,0	350,0±50,0	300,0-400,0	6,3
3+	1349,8±110,1	571,0-2571,0	446,8±11,8	360,0-550,0	41,6
4+	2188,7±210,8	1375,0-3054,0	514,4±17,8	430,0-590,0	18,7
5+	3886,3±547,3	1643,0-6055,0	619,4±28,5	490,0-720,0	16,7
6+	3901,0±311,0	3382,0-4766,0	644,5±16,6	610,0-790,0	12,5

Сазан (кари)

1+	365,5±3,5	362,0-369,0	225,0±5,0	220,0-230,0	6,7
2+	554,8±77,3	338,0-700,0	260,8±11,1	225,0-284,0	10,0
3+	934,5±331,5	608,0-1271,0	332,5±42,5	290,0-375,0	20,0
4+	1351,1±55,7	1068,0-1682,0	374,5±5,7	340,0-400,0	40,0
5+	1887,5±109,5	1778,0-1997,0	430,0±10,0	420,0-440,0	13,3
6+	2884,3±880,3	1705,0-4348,0	490,0±70,9	450,0-580,0	10,0

В структуре общих уловов в настоящее время второе место занимает плотва. Промысловое стадо плотвы в 2015 г. было образовано шестью возрастными группами (от 2 до 7 лет). В последние годы наблюдается увеличение темпов весового и линейного роста плотвы. Основу промыслового и нерестового стада из контрольных уловов 2015 г. составляли пятилетние особи (44,7%) при средней промысловой длине 214,1 мм и средней массе 211,9 г (см. таблицу). Исследование репродуктивных качеств популяции плотвы в р. Обь показало, что особи достигают половозрелости на третьем году жизни. Масса гонад в возрасте 2+ составляет 13,7 г и абсолютная плодовитость - 8,7 тыс. икринок. Последняя к пятилетнему возрасту достигает 27,5 тыс. икринок. Относительная плодовитость колеблется от 0,63 до 0,83 тыс. икринок/г.

В структуре промысловых уловов в верхней Оби значительное место (10%) занимает серебряный карась. Промысловое стадо этого вида в 2015 г. было представлено пятью возрастными группами (от 3 до 7 лет) (см. таблицу). Основу уловов составили особи в возрасте 3+-4+. Доля рыб старших возрастных групп незначительна. Серебряный карась относится к видам рыб с порционным нерестом. Исследования его плодовитости установили, что основу нерестового стада составляли особи в возрасте 4+-5+. Отмечено увеличение абсолютной плодовитости с возрастом от 59,04 до 84,46 тыс. икринок и массы гонад с 39,1 до 56,7 г.

Промысловое стадо язя в контрольных уловах 2015 г. в р. Обь с протоками представлено восемью возрастными группами (от 4 до 11 лет) (см. таблицу). Массово в уловах представлены особи шести- (34,4%) и семилетнего (23,2%) возраста со средней длиной 330,7 мм и массой 790,3 г. Особи в возрасте 11 лет имеют среднюю промысловую длину 405,0 мм и среднюю массу 1581,0 г и занимают наименьшую по численности возрастную группу в уловах. Репродуктивного возраста особи достигают к 4-5 годам. Масса гонад у самок язя с возрастом увеличивалась от 90,9 (3+) до 278,0 (10+) г, абсолютная плодовитость - с 56,6 до 199,3 тыс. шт., относительная - от 0,62 до 0,72 тыс. шт./г.

Промысловое и нерестовое стадо обыкновенной щуки в 2015 г. было представлено пятью возрастными группами - от 2 до 6 лет (см. таблицу). Большую часть контрольных уловов (69,9%) составляют особи в возрасте трех лет со средней массой 871,0 г и средней промысловой длиной 439,9 мм. Старшая возрастная группа представлена особями в возрасте 5+ со средней массой 4916,0 г и промысловой длиной 825,0 мм. Репродуктивного возраста обыкновенная щука достигает в возрасте трех лет. С возрастом происходит резкое увеличение массы гонад и абсолютной плодовитости - с 43,3 (2+) до 202 г в возрасте 3+ и с 10,3 (2+) до 40,6 тыс.

шт. (3+) соответственно. Относительная плодовитость колеблется от 0,20 до 0,25 тыс. икринок/г. Большая часть запасов обыкновенной щуки осваивается любительским и несанкционированным рыболовством. Ощутимый урон популяции щуки ежегодно наносится во время нерестовых миграций производителей, т.е. до начала срока весеннего охранного режима.

Несмотря на малую долю речного окуня в промысловых уловах, он имеет большее значение для рыболовов-любителей, особенно в зимний период. В контрольных уловах 2015 г. стадо речного окуня было представлено особями в возрасте от 2+ до 5+ (см. таблицу). Основу уловов составили особи в возрасте 3+ (38,7%) со средней массой тела 239,8 г и средней промысловой длиной 217,8 мм. В верховьях Оби речной окунь достигает половой зрелости в возрасте 2+-3+. Средняя масса гонад в возрасте 3+ составляет 45,9 г, абсолютная плодовитость – 39,2 тыс. икринок. С возрастом происходит увеличение массы гонад и абсолютной плодовитости.

Обыкновенный судак – ценный вид, один из доминантов в структуре рыбного населения Новосибирского водохранилища (в границах Алтайского края); в речной сети, напротив, не образует значительных промысловых запасов. Промысловое стадо обыкновенного судака в р. Обь в 2015 г. было представлено пятью возрастными группами - от 2 до 7 лет (см. таблицу). Основу стада в контрольных уловах составляют особи в возрасте 3+ (41,6%) со средней массой тела 1349,8 г и промысловой длиной 446,8 мм. В верховьях Оби обыкновенный судак впервые нерестится в возрасте 4-5 лет. Впервые нерестующие особи в возрасте 3+ имели среднюю массу гонад 70,0 г, абсолютную плодовитость - 138,8 тыс. икринок и относительную - 1,8 тыс. икринок/г. С возрастом наблюдалось увеличение абсолютной плодовитости до 1,5 млн. икринок (8+).

В контрольном лове в р. Обь в 2015 г. в стаде сазана зафиксировано шесть возрастных групп. Наибольшую часть составили особи в возрасте 4+ (40%), которые имели среднюю массу тела 1351,0 г и промысловую длину 374,5 мм (см. таблицу). Половой зрелости самки сазана достигают в возрасте трех лет. С возрастом наблюдается повышение абсолютной и относительной плодовитости от 74,3 до 821,6 тыс. икринок и от 0,61 до 1,12 тыс. икринок/г соответственно. В семилетнем возрасте масса гонад самок может достигать 900,0-1000,0 г.

Условия для воспроизводства всех видов весенненерестующих рыб в 2015 г. были благоприятными. Нагул в летне-осенний период также проходил при благоприятных условиях, чему способствовал оптимальный температурный и гидрологический режим. Высокий уровень воды позволил многим видам нагуливаться в пойменных водоёмах в течение более длительного периода. Незначительное лимитирующее воздействие на рыб-планктофагов и рыб-бентофагов оказал низкий уровень развития кормовой базы р. Обь.

Литература

Веснина Л.В., Зеленцов Н.В. и др. Изученность гидрофауны Верхней Оби в границах Алтайского края // Материалы II междунар. науч. конф. - Улан-Удэ, 2011. - С. 144-145.

Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования / Веснина Л.В., Журавлев В.Б., Новоселов В.А. и др. – Новосибирск: Наука, 1999. – 285 с.

Журавлев В.Б. Рыбы бассейна Верхней Оби. – Барнаул: Изд-во Алтайск. ун-та, 2003. – 292 с.

Зеленцов Н.В., Рыжакова О.Г. Состояние промысла некоторых частиковых видов рыб бассейна Верхней Оби // Материалы III Междунар. научно-практ. конф. «Аграрная наука – сельскому хозяйству». - Барнаул, 2008. - С. 56-57.

Кузьмина Е.Ю., Сазонова Л.В. Кормовая база внутренних пресноводных водоемов, имеющих рыбохозяйственное значение (на примере озера Сенеж) // Сб. науч. трудов Ставропольского НИИ животноводства и кормопроизводства. - 2014. – Т.2. - Вып. 7. – С. 52-56.

Оксиюк О.П., Жукинский В.Н. и др. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журн. - 1993. – Т. 29. - Вып. 4. – С. 62-76.

Петкевич А.Н., Иоганзен Б.Г. Перспективы рыбного хозяйства Верхней Оби в связи с гидростроительством // Изв. ВНИОРХ. – 1958. – Т. 44. – С. 5-28.

THE CURRENT STATE OF AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES IN THE OB RIVER WITHIN THE BOUNDARIES OF ALTAI REGION

L.V. Vesnina, N.N. Ershov, G.A. Romanenko, Ia.S. Piatkova, K.A. Kuznetsova

Altay branch FSBSI «State Scientific-and-Production Center of Fishery», Barnaul, artemia@alt.ru

One of the major fishery water bodies of the Altai Territory is Ob river, wherein the vast water area and favorable environmental conditions. The growing season in 2015 investigated the status of certain aquatic bioresources of Ob river through the study of major abiotic factors, forage, and age-sex composition of the fish fauna. Noted the favorable temperature and hydrological conditions for the reproduction of all kinds of spring-spawning fish. Under development fodder had a slight limiting effect on fish–planktophages and fish–benthophages.

НАКОПЛЕНИЕ ПЕСТИЦИДОВ В ВОДЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ АЗОВСКОГО МОРЯ В 2009-2014 гг.

А.В. Войкина^{1,2}, Л.А. Бугаев¹, В.А. Валиуллин¹, Ю.Э. Карпушина¹, С.В. Голубова²

¹ Азовский НИИ рыбного хозяйства, Ростов-на-Дону, anna-vojkina@yandex.ru

² Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, anna-vojkina@yandex.ru

В данной статье рассматривается вопрос о пестицидном загрязнении экосистемы Азовского моря в течение 2009-2014 гг. Показана динамика уровня загрязнения воды и донных отложений в исследуемый период. Выделены действующие вещества пестицидов, которые наиболее часто встречались в весенний и осенний сезоны. Обнаруженные в течение всего периода наблюдений в воде концентрации пестицидов не превышали предельно допустимых значений (ПДК) и не оказывали негативного влияния ни на один из уровней трофической цепи Азовского моря.

К настоящему времени в окружающей среде обнаружено более 55000 различных химических соединений, многие из которых могут представлять определенную опасность для различных видов живых организмов. Из этого числа всего лишь 3% приходится на пестициды, которые по своему вредному влиянию на окружающую среду занимают одно из первых мест. Нарушение санитарных и природоохранных требований при применении, транспортировке и хранении этих веществ приводит к их устойчивому накоплению в объектах (Волгина и др., 2010).

Пестициды являются основными средствами защиты растений, животных и различных материалов от повреждений разнообразными организмами. Обладая высокой биологической активностью, направленной на уничтожение вредных живых объектов, преднамеренно вносимые в окружающую среду и циркулирующие в ней, пестициды представляют реальную опасность для окружающей среды и здоровья человека (Юданова, 1989).

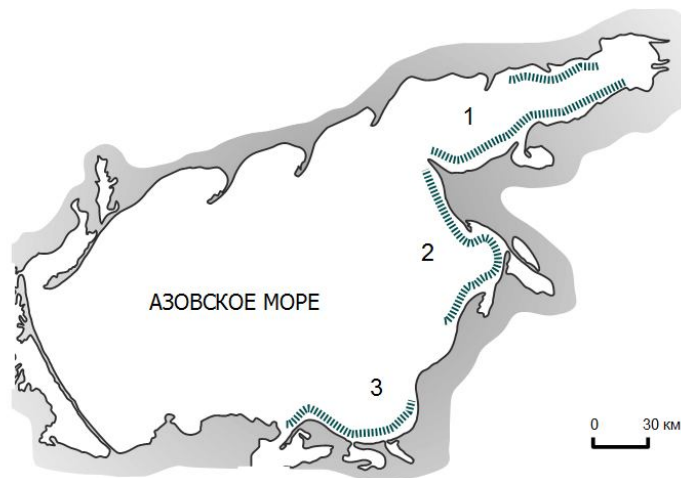
Пестицидному загрязнению подвержены акватории вблизи крупных населенных пунктов (города Таганрог, Ейск, Приморско-Ахтарск, Темрюк) из-за выноса поллютантов с водами рек и лиманов, загрязненных сбросами с рисовых чек и стоками с прилегающих полей (Миронова, Попружный, 2009).

Поэтому целью исследования являлось определение содержания действующих веществ пестицидов в воде и донных отложениях в прибрежных районах Азовского моря в течение 2009-2014 гг.

Для анализа пестицидного загрязнения экосистемы Азовского моря отобраны действующие вещества ряда современных пестицидных препаратов. Критерием отбора служили большие объемы продаж на рынке Ростовской области (по данным станции

защиты растений). Изучалось содержание следующих действующих веществ (далее пестицидов): дифлуфеникан, имазалил, имазапир, имазетапир, имидаклоприд, ипродион, метрибузин, пенцикурон, тиаметоксам, фамоксадон, фенмедифам, флубендиамид, флумиоксазин, флуфенацет, хизалофоп-П-этил, ципросульфамид, этофумезат.

В весенний и осенний сезоны 2009-2014 гг. в соответствии с задачами исследований проводился отбор проб воды и донных отложений в прибрежной зоне Азовского моря. Особенности гидродинамических процессов (зоны активной седиментации и фильтрации) в донных отложениях (районы наносных кос) учитывались при выборе точек отбора. Районы расположения станций схематически представлены на рисунке.



Станции отбора проб воды и донных отложений в прибрежной зоне Азовского моря и Таганрогского залива:

1 — Таганрогский залив; 2 — Ясенский залив; 3 — Темрюкский залив

Химический анализ предусматривал количественное определение содержания действующих веществ пестицидов в исследуемых матрицах (вода, донные отложения) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Регулярное проведение мониторинговых исследований показывает, что содержание загрязняющих веществ, в том числе и пестицидов, в воде Азовского моря — величина очень динамичная и непостоянная (Бугаев и др., 2012; Войкина, 2013; Катаскова и др., 2013). Флуктуации концентраций растворенных в воде токсикантов в условиях острых выбросов могут достигать значительных величин. При этом различия между географически смежными районами исследований могут состоять не только в количестве, но и в качественном составе обнаруженных пестицидов. В связи с этим целесообразно получать усредненные данные на основе некоторой сетки станций для описания экологического состояния более или менее крупных участков акватории водоема (Бугаев и др., 2013).

Исследования показали, что в весенний сезон 2009–2014 гг. в воде прибрежных акваторий были выявлены все изучаемые в данной работе пестициды. Следует отметить, что в отдельных станциях обнаружены пестициды от 0 до 12 наименований, что говорит о значительной вариабельности данного вида загрязнения. Помимо качественного, значительно различался и количественный состав пестицидного загрязнения, однако найденные величины концентраций находились в пределах среднесезонных значений (табл. 1).

Таблица 1. Содержание пестицидов в воде Азовского моря в весенний сезон 2009–2014 гг., мкг/л

Пестицид	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Средне-многолетнее
Дифлуфеникан	<ПО	<ПО	<u>0,62</u> <ПО-4,89	<ПО	<ПО	<u>1,46</u> <ПО-6,69	<u>0,43</u> <ПО-6,69
Имазалил	<u>0,72</u> <ПО-0,82	<ПО	<u>0,37</u> <ПО-0,41	<ПО	<u>0,12</u> <ПО-0,78	<ПО	<u>0,11</u> <ПО-0,95
Имазапир	<u>0,55</u> <ПО-0,97	<u>0,39</u> <ПО-1,02	<u>0,06</u> <ПО-0,23	<u>0,08</u> <ПО-0,21	<u>0,08</u> <ПО-0,29	<ПО	<u>0,14</u> <ПО-1,02
Имазетапир	<ПО	<u>0,14</u> <ПО-0,20	<u>0,15</u> <ПО-1,76	<u>0,61</u> <ПО-2,45	<u>0,23</u> <ПО-0,81	<u>0,42</u> <ПО-2,74	<u>0,28</u> <ПО-2,74
Имдаклоприд	<u>1,68</u> <ПО-3,20	<u>0,48</u> <ПО-0,69	<u>0,40</u> <ПО-1,85	<u>1,28</u> <ПО-1,55	<ПО	<u>0,26</u> <ПО-2,55	<u>0,30</u> <ПО-3,20
Ипродион	<u>0,23</u> <ПО-0,29	<ПО	<u>0,02</u> <ПО-0,30	<u>0,05</u> <ПО-0,16	<u>0,01</u> <ПО-0,16	<u>0,50</u> <ПО-1,82	<u>0,15</u> <ПО-1,82
Метрибузин	<u>3,64</u> <ПО-3,76	<u>0,29</u> <ПО-0,48	<u>0,26</u> <ПО-2,20	<u>0,51</u> <ПО-1,96	<ПО	<ПО	<u>0,48</u> <ПО-3,76
Пенцикурон	<ПО	<ПО	<u>0,35</u> <ПО-0,55	<u>0,01</u> <ПО-0,03	<ПО	<ПО	<u>0,34</u> <ПО-0,51
Тиаметоксам	<u>0,08</u> <ПО-2,64	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<u>0,08</u> <ПО-2,64
Фамоксадон	<ПО	<u>0,27</u> <ПО-0,27	<u>0,42</u> <ПО-0,79	<u>0,03</u> <ПО-0,14	<ПО	<ПО	<u>0,24</u> <ПО-0,79
Фенмедифам	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<u>0,33</u> <ПО-0,73	<u>0,33</u> <ПО-0,73
Флубендиамид	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<u>0,41</u> <ПО-1,79	<u>0,41</u> <ПО-1,79
Флумиоксазин	<u>0,34</u> <ПО-0,78	<u>0,36</u> <ПО-0,40	<u>0,02</u> <ПО-0,35	<u>0,02</u> <ПО-0,10	<ПО	<u>0,18</u> <ПО-0,55	<u>0,18</u> <ПО-0,78
Флуфенацет	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<u>0,15</u> <ПО-0,82	<u>0,15</u> <ПО-0,82
Хизалофоп-П-этил	<ПО	<u>0,98</u> <ПО-0,98	<ПО	<ПО	<u>0,13</u> <ПО-0,81	<ПО	<u>0,13</u> <ПО-0,89
Ципросульфамид	<ПО	<u>0,07</u> <ПО-0,14	<u>0,11</u> <ПО-1,36	<u>0,08</u> <ПО-0,30	<u>0,06</u> <ПО-0,34	<u>0,01</u> <ПО-0,10	<u>0,07</u> <ПО-1,36
Этофумезат	<u>0,53</u> <ПО-0,53	<ПО	<u>0,62</u> <ПО-1,35	<u>0,05</u> <ПО-0,12	<u>0,38</u> <ПО-1,54	<u>0,02</u> <ПО-0,17	<u>0,26</u> <ПО-1,54

Примечание. Над чертой — среднее значение; под чертой — диапазон от минимального до максимального значения в выборке; ПО — аналитический предел обнаружения методики.

Неравномерность пестицидного загрязнения различных участков прибрежной акватории Азовского моря отражается в частоте обнаружения конкретного пестицида в общей массе проб, что также является информативным показателем того, насколько конкретное вещество может считаться приоритетным поллютантом.

Исследования показали, что относительно часто в весенний сезон встречались флумиоксазин, ципросульфамид, имзапир, ипродион, этофумезат (более 50% случаев) (см. табл. 3). В 2009 г. в 75% проб воды встречался имзапир. Тиаметоксам был отмечен единично (8%) и только в 2009 г. Фенмедифам, флубендиамид и флуфенацет в весенний сезон были обнаружены лишь в 2014 г., их частота обнаружения составила 80, 30 и 30% соответственно. Инсектицид имидаклоприд в весенний сезон 2012 г. был определен во всех пробах воды.

В осенний сезон 2009–2014 гг. в воде прибрежных акваторий было выявлено 14 действующих веществ пестицидов. В отдельных станциях обнаружены пестициды от 0 до 10 наименований. Количественный состав варьировал, но найденные значения концентраций находились на уровне среднегодовых величин (табл. 2).

В осенний сезон в исследуемый период вообще не встречались тиаметоксам, фенмедифам и флуфенацет (табл. 3). В 2009 г. наиболее часто обнаруживался имидаклоприд - в 60% всех проб, в 2010 г. – имазалил и имзапир (91 и 64% соответственно). В половине исследованных проб в 2011 г. выявлены имзапир, имидаклоприд и пенцикурон. В 2012 г. наиболее массовыми веществами были метрибузин и хизалофоп-П-этил. Последний преобладал и в 2013 г. Остальные действующие вещества пестицидов встречались единично или в меньше чем 50% всех обработанных проб.

Таким образом, проведенное исследование показало, что в прибрежных водах Азовского моря обнаруживается ряд действующих веществ пестицидов, применяемых в современном сельском хозяйстве. Выявленные в течение всего периода наблюдений в воде концентрации пестицидов не превышали ПДК и не оказывали, таким образом, негативного влияния ни на один из уровней трофической цепи Азовского моря.

Спектр загрязнения для донных отложений и воды, отобранных на одной станции, совпадает не полностью, что может объясняться различным временем удержания веществ этими средами. Вода более динамична по составу поллютантов и отражает текущее поступление пестицидов в водоем, в отличие от донных отложений, где происходят постепенная кумуляция веществ и относительное выключение их из биогеохимических циклов.

В донных отложениях содержание пестицидов снижается в значительно меньшей степени, чем в водной среде, поэтому они остаются источником вторичного загрязнения и представляют опасность для промысловой ихтиофауны моря (Мельников, Мельникова, 1997).

Таблица 2. Содержание пестицидов в воде Азовского моря в осенний сезон в 2009–2014 гг., мкг/л

Пестицид	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Средне- многолетнее
Дифлуфеникан	<ПО	<ПО	<u>0,08</u> <ПО-0,47	<ПО	<u>0,28</u> <ПО-2,89	<ПО	<u>0,18</u> <ПО-2,89
Имазалил	<ПО	<u>0,96</u> <ПО-2,93	<ПО	<u>0,21</u> <ПО-1,24	<u>0,25</u> <ПО-1,57	<ПО	<u>0,38</u> <ПО-2,93
Имазапир	<u>3,78</u> <ПО-5,97	<u>0,19</u> <ПО-0,41	<ПО	<u>0,03</u> <ПО-0,24	<u>0,12</u> <ПО-0,56	<ПО	<u>0,62</u> <ПО-5,97
Имазетапир	<ПО	<u>0,22</u> <ПО-0,45	<u>0,38</u> <ПО-0,87	<u>0,17</u> <ПО-0,93	<ПО	<u>0,12</u> <ПО-1,44	<u>0,15</u> <ПО-1,44
Имидаклоприд	<u>6,84</u> <ПО-9,27	<u>0,88</u> <ПО-2,05	<u>1,12</u> <ПО-2,81	<u>0,13</u> <ПО-1,38	<u>0,09</u> <ПО-1,14	<u>0,26</u> <ПО-2,55	<u>1,75</u> <ПО-9,27
Ипродион	<u>0,61</u> <ПО-1,51	<ПО	<ПО	<ПО	<u>0,56</u> <ПО-4,24	<u>0,61</u> <ПО-1,67	<u>0,24</u> <ПО-4,24
Метрибузин	<u>0,51</u> <ПО-1,65	<u>0,08</u> <ПО-0,15	<ПО	<u>0,97</u> <ПО-4,11	<u>0,03</u> <ПО-0,37	<u>0,54</u> <ПО-4,56	<u>0,63</u> <ПО-4,56
Пенцикурон	<ПО	<u>0,50</u> <ПО-0,70	<u>1,50</u> <ПО-3,85	<ПО	<ПО	<ПО	<u>1,33</u> <ПО-3,85
Тиаметоксам	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО
Фамоксадон	<u>0,92</u> <ПО-1,23	<u>0,21</u> <ПО-0,21	<u>0,03</u> <ПО-0,19	<ПО	<ПО	<ПО	<u>0,08</u> <ПО-1,23
Фенмедифам	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО
Флубендиамид	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<u>0,52</u> <ПО-2,09	<u>0,52</u> <ПО-2,09
Флумиоксазин	<u>0,83</u> <ПО-1,69	<ПО	<u>0,00</u> <ПО-0,02	<u>0,01</u> <ПО-0,06	<u>0,02</u> <ПО-0,26	<u>0,11</u> <ПО-1,43	<u>0,15</u> <ПО-1,69
Флуфенацет	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО
Хизалофоп-П-этил	<ПО	<u>0,28</u> <ПО-0,28	<ПО	<u>0,98</u> <ПО-2,44	<u>0,27</u> <ПО-1,27	<u>0,02</u> <ПО-0,03	<u>0,48</u> <ПО-2,44
Ципросульфамид	<ПО	<ПО	<ПО	<u>0,11</u> <ПО-1,08	<u>0,40</u> <ПО-4,76	<ПО	<u>0,21</u> <ПО-4,76
Этофумезат	<u>0,90</u> <ПО-1,60	<ПО	<u>0,10</u> <ПО-0,62	<u>0,01</u> <ПО-0,16	<u>0,63</u> <ПО-3,37	<u>0,29</u> <ПО-1,23	<u>0,36</u> <ПО-3,37

Примечание. Обозначения см. в табл. 1.

Таблица 3. Частота встречаемости пестицидов в воде прибрежных акваторий Азовского моря в течение 2009-2014 гг., %

Пестицид	2009 г.		2010 г.		2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
Дифлуфеникан	-	-	-	-	17	17	-	-	-	25	30	-
Имазалил	25	-	-	91	17	-	-	27	27	25	-	-
Имазапир	42	40	75	64	50	-	50	27	47	25	-	-
Имазетапир	-	-	33	45	11	50	25	27	20	-	40	22
Имидакло-прид	17	60	25	45	17	50	100	9	-	8	10	10
Ипродион	17	20	-	-	11	-	50	-	7	25	50	33
Метрибузин	33	53	42	36	28	-	75	64	-	8	-	22
Пенциурон	-	-	-	36	22	50	25	-	-	-	-	-
Тиаметоксам	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Фамоксадон	-	13	8	9	22	17	25	-	-	-	-	-
Фенмедифам	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	-
Флубендиамид	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	33
Флумиоксазин	50	40	33	-	11	17	25	9	-	8	50	22
Флуфенацет	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-
Хизалофоп-П-этил	-	-	8	9	-	-	-	73	7	58	-	33
Ципросульфамид	-	-	58	-	33	-	25	18	13	8	10	-
Этофумезат	17	27	-	-	11	17	50	9	13	25	10	33

В табл. 4 и 5 представлены результаты определения содержания действующих веществ пестицидов в весенний и осенний сезоны в 2009-2014 гг. Исследования показали, что найденные концентрации в наблюдаемый период находились на уровне среднеемноголетних величин.

Таблица 4. Содержание пестицидов в донных отложениях Азовского моря в весенний сезон 2009–2014 гг., мкг/кг

Пестицид	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Средне- многолетнее
Дифлуфеникан	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<u>0,03</u> <ПО-0,35	<ПО	<u>0,03</u> <ПО-0,35
Имазалил	<u>0,12</u> <ПО-0,12	<u>0,06</u> <ПО-0,15	<ПО	<u>0,27</u> <ПО-0,31	<u>0,01</u> <ПО-0,14	<ПО	<u>0,02</u> <ПО-0,32
Имазапир	<u>0,08</u> <ПО-0,19	<u>0,04</u> <ПО-0,09	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<u>0,02</u> <ПО-0,19
Имазетапир	<ПО	<u>0,03</u> <ПО-0,05	<u>0,01</u> <ПО-0,05	<u>0,09</u> <ПО-0,24	<u>0,02</u> <ПО-0,18	<ПО	0,01 <ПО-0,18
Имидаклоприд	<u>0,12</u> <ПО-0,31	<u>0,04</u> <ПО-0,11	<u>0,01</u> <ПО-0,06	<u>0,15</u> <ПО-0,29	<ПО	<ПО	<u>0,02</u> <ПО-0,31
Ипродион	<u>0,34</u> <ПО-1,00	<ПО	<ПО	<ПО	<u>0,03</u> <ПО-0,24	<ПО	<u>0,08</u> <ПО-1,00
Метрибузин	<u>0,24</u> <ПО-0,85	<u>0,05</u> <ПО-0,11	<u>0,02</u> <ПО-0,10	<ПО	<u>0,19</u> <ПО-0,76	<ПО	<u>0,10</u> <ПО-0,85
Пенцикурон	<u>0,08</u> <ПО-0,08	<ПО	<u>0,01</u> <ПО-0,08	<ПО	<ПО	<ПО	<u>0,01</u> <ПО-0,08
Тиаметоксам	<ПО	<ПО	<u>0,02</u> <ПО-0,20	<ПО	<ПО	<ПО	<u>0,01</u> <ПО-0,20
Фамоксадон	<ПО	<ПО	<u>0,01</u> <ПО-0,07	<u>0,63</u> <ПО-0,90	<u>0,03</u> <ПО-0,22	<ПО	<u>0,02</u> <ПО-0,22
Фенмедифам	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<u>0,01</u> <ПО-0,04	<u>0,01</u> <ПО-0,04
Флубендиамид	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО
Флумиоксазин	<u>0,04</u> <ПО-0,05	<u>0,03</u> <ПО-0,06	<u>0,01</u> <ПО-0,04	<ПО	<ПО	<u>0,01</u> <ПО-0,03	<u>0,01</u> <ПО-0,06
Флуфенацет	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО
Хизалофоп-П-этил	<ПО	<u>0,02</u> <ПО-0,02	<ПО	<u>0,03</u> <ПО-0,06	<u>0,02</u> <ПО-0,07	<u>0,01</u> <ПО-0,03	<u>0,02</u> <ПО-0,07
Ципросульфамид	<ПО	<ПО	<ПО	<u>0,35</u> <ПО-1,05	<u>0,03</u> <ПО-0,11	<ПО	<u>0,19</u> <ПО-1,05
Этофумезат	<u>0,05</u> <ПО-0,05	<u>0,12</u> <ПО-0,21	<u>0,01</u> <ПО-0,07	<u>0,09</u> <ПО-0,28	<u>0,02</u> <ПО-0,12	<u>0,01</u> <ПО-0,02	<u>0,02</u> <ПО-0,21

Примечание. Обозначения см. в табл. 1.

Таблица 5. Содержание пестицидов в донных отложениях Азовского моря в осенний сезон в 2009–2014 гг., мкг/кг

Пестицид	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Средне- многолетнее
Дифлуфеникан	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<u>0,01</u> <ПО-0,09	<ПО	<u>0,01</u> <ПО-0,09
Имазалил	<ПО	<u>0,01</u> <ПО-0,02	<ПО	<u>0,06</u> <ПО-0,15	<u>0,02</u> <ПО-0,15	<ПО	<u>0,02</u> <ПО-0,15
Имазапир	<ПО	<u>0,01</u> <ПО-0,08	<u>0,01</u> <ПО-0,09	<ПО	<ПО	<ПО	<u>0,01</u> <ПО-0,08
Имазетапир	<ПО	<u>0,03</u> <ПО-0,12	<u>0,02</u> <ПО-0,12	<u>0,01</u> <ПО-0,09	<u>0,01</u> <ПО-0,11	<ПО	<u>0,01</u> <ПО-0,12
Имидаклоприд	<u>0,14</u> <ПО-0,15	<u>0,03</u> <ПО-0,04	<ПО	<u>0,01</u> <ПО-0,03	<u>0,02</u> <ПО-0,14	<u>0,07</u> <ПО-0,11	<u>0,06</u> <ПО-0,15
Ипродион	<u>0,19</u> <ПО-0,28	<ПО	<ПО	<u>0,02</u> <ПО-0,05	<ПО	<ПО	<u>0,02</u> <ПО-0,28
Метрибузин	<u>0,24</u> <ПО-0,59	<u>0,05</u> <ПО-0,05	<ПО	<u>0,01</u> <ПО-0,02	<u>0,03</u> <ПО-0,13	<u>0,04</u> <ПО-0,09	<u>0,06</u> <ПО-0,59
Пенцикурон	<u>0,03</u> <ПО-0,09	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<u>0,03</u> <ПО-0,09
Тиаметоксам	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО
Фамоксадон	<u>0,16</u> <ПО-0,16	<ПО	<ПО	<u>0,01</u> <ПО-0,05	<u>0,01</u> <ПО-0,05	<u>0,01</u> <ПО-0,01	<u>0,01</u> <ПО-0,16
Фенмедифам	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО
Флубендиамид	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО
Флумиоксазин	<u>0,03</u> <ПО-0,03	<ПО	<ПО	<u>0,01</u> <ПО-0,01	<u>0,01</u> <ПО-0,02	<ПО	<u>0,01</u> <ПО-0,03
Флуфенацет	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО
Хизалофоп-П-этил	<ПО	<u>0,01</u> <ПО-0,01	<ПО	<u>0,03</u> <ПО-0,09	<u>0,04</u> <ПО-0,20	<ПО	<u>0,02</u> <ПО-0,20
Ципросульфамид	<ПО	<u>0,02</u> <ПО-0,02	<ПО	<ПО	<ПО	<ПО	<u>0,00</u> <ПО-0,02
Этофумезат	<u>0,67</u> <ПО-2,43	<u>0,03</u> <ПО-0,03	<u>0,01</u> <ПО-0,05	<u>0,00</u> <ПО-0,02	<u>0,01</u> <ПО-0,05	<u>0,09</u> <ПО-1,75	<u>0,21</u> <ПО-2,43

Примечание. Обозначения см. в табл. 1.

В весенний сезон в донных отложениях были обнаружены действующие вещества 16 наименований (табл. 6). Наиболее массово встречались такие вещества, как имазалил, имзапир, имзетапир, имидаклоприд, ипродион, метрибузин, флумиоксазин, хизалофоп-П-этил, ципросульфамид и этофумезат, доля проб с этими веществами колебалась от 50 до 78%. В 2009 г. в большинстве проб обнаруживался ипродион (75%), в 2010-м – имзапир (75%), а в 2013-м – ципросульфамид (78%). Гербицид флуфенацет в исследуемый сезон не обнаружен ни в одной пробе. Остальные действующие вещества пестицидов встречались в менее 40% всех обработанных проб донных отложений.

Таблица 6. Частота встречаемости пестицидов в донных отложениях прибрежных акваторий Азовского моря в 2009-2014 гг., %

Пестицид	2009 г.		2010 г.		2011 г.		2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
Дифлуфеникан	-	-	-	-	-	-	-	-	22	13	-	-
Имазалил	13	-	33	50	-	-	21	50	62	25	-	-
Имазапир	38	-	75	33	-	43	-	-	-	-	-	-
Имазетапир	-	-	58	67	33	14	16	33	10	25	-	-
Имидаклоприд	38	15	50	50	8	-	18	67	-	50	-	14
Ипродион	75	15	-	-	-	-	-	50	20	-	-	-
Метрибу-зин	63	38	42	33	25	-	-	67	42	38	-	25
Пенцикурон	13	15	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-
Тиаметоксам	-	-	-	-	33	-	-	-	-	-	-	-
Фамоксадон	-	8	-	-	8	-	33	17	18	13	-	50
Фенмедифам	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-
Флубендиамид	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Флумиоксазин	25	8	25	-	8	-	-	50	-	25	67	-
Флуфенацет	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Хизалофоп-П-этил	-	-	8	17	-	-	28	33	10	25	67	-
Ципросульфамид	-	-	-	17	-	-	65	-	78	-	-	-
Этофумезат	13	77	17	17	17	43	57	17	20	13	33	40

В осенний сезон в донных отложениях с 2009 по 2014 г. были обнаружены действующие вещества пестицидов 14 наименований: дифлуфеникан, имазалил, имзапир, имзетапир, имидаклоприд, ипродион, метрибузин, пенцикурон, фамоксадон, фенмедифам, флумиоксазин, хизалофоп-П-этил, ципросульфамид и этофумезат (см. табл. 6). При этом частота встречаемости веществ в пробах

составляла в 2009 году не более 40%, лишь для этофумезата она находилась на уровне 77%. В 2010 г. такие пестициды, как имзапир, имазетапир, имидаклоприд, встречались более чем в 50% случаев.

Действующие вещества имзапир, имидаклоприд, ипродион, метрибузин и флумиоксазин в 2012 г. были отмечены в большей части станций (от 50 до 67%). В 2013 г. пестициды в воде встречались лишь единично, только метрибузин был выявлен в половине всех проб. В 2014 г. пестициды также обнаруживались единично, лишь фунгицид фамоксадон в 50% случаев. Остальные действующие вещества пестицидов встречались единично или не были обнаружены ни в одной пробе.

Для донных отложений отсутствуют ПДК. Эти вещества исключены в основной своей массе из основного обменного фонда биогеохимического цикла. При этом происходят закономерные деструкционные процессы, ведущие к разложению веществ. Конечно, какая-то доля попадает обратно в круговорот за счет придонных волнений воды, за счет активности животных-детритофагов, но это очень незначительно. Физико-химические особенности поведения исследуемых нами веществ в донных отложениях не изучались пока, поэтому не известно, как долго они могут удерживаться донными частицами, как это влияет на их стабильность и т.д.

Таким образом, проведенные исследования показали, что в донных отложениях прибрежной зоны Азовского моря обнаруживается ряд пестицидов. Наличие поллютантов, аккумулированных в илистых и глинистых грунтах, может представлять опасность для бентосных гидробионтов и хищников-бентофагов.

Литература

Бугаев Л.А., Войкина А.В., Валиуллин В.А., Карпушина Ю.Э. Пестицидное загрязнение воды прибрежной зоны Таганрогского и Ясенского заливов Азовского моря в 2009-2011 гг. // Науч. журн. КубГАУ. - Электрон. Ресурс. - 2012. - № 7 (81).

Бугаев Л.А., Зинчук О.А., Войкина А.В., Валиуллин В.А., Карпушина Ю.Э. Исследования пестицидного загрязнения воды прибрежной зоны Таганрогского и Ясенского заливов Азовского моря в 2009-2011 гг. // Вопр. рыболовства. - 2013. - Т. 14. - № 4. - С. 821-832.

Войкина А.В. Накопление пестицидов в компонентах экосистем Таганрогского и Ясенского заливов Азовского моря и их аддитивное воздействие на гидробионтов. Автореф. канд. дис. -Ростов н/Д, 2013. - 24 с.

Волгина Т.Н., Новиков В.Т., Регужева Д.В. Пути распространения пестицидов в объектах окружающей среды // Региональные проблемы. — 2010. - Т.13. - № 1. — С. 76–81.

Катаскова С.И., Зинчук О.А., Бугаев Л.А. Диагностика состояния водных экосистем экспресс-методом при пестицидном загрязнении // Вопр. рыболовства. - 2013. - Т. 14. - № 4. - С. 833-842.

Мельников Н.Н., Мельникова Г.М. Пестициды в современном мире // Соросовский образовательный журнал. — 1997. - № 4. — С. 33–37.

Миронова Н.А., Попружный В.М. Оценка экологического состояния Азовского моря // Изв. ЮФУ. - Технические науки. — 2009. - № 5. — С. 254—258.

Юданова Л.А. Пестициды в окружающей среде. - Новосибирск, 1989. — 140 с.

PESTICIDE ACCUMULATION IN THE WATER AND BOTTOM SEDIMENTS OF THE AZOV SEA IN 2009-2014

A.V. Voikina^{1,2}, L.A. Bugaev¹, V.A. Valiullin¹, Yu.E. Karpushina¹, S.V. Golubova²

¹*Azov Fisheries Research Institute, Rostov-on-Don, anna-vojkina@yandex.ru*

²*Southern Federal University, Rostov-on-Don, anna-vojkina@yandex.ru*

This article examines the issue of pesticide pollution of ecosystems of the Azov Sea over the period 2009-2014 years. The dynamics of water and bottom sediments pollution has been shown for the study period in question. We have separated active ingredients of the pesticides that most frequently occurred in spring and autumn seasons. Concentrations of the pesticides found in the water have neither exceeded maximum permissible concentrations nor affected negatively any level of the trophic chain in the Azov Sea.

**БИОЛОГИЯ ТРЕХИГЛОЙ (*GASTEROSTEUS ACULEATUS*) И ДЕВЯТИИГЛОЙ (*PUNGITIUS PUNGITIUS*) КОЛЮШЕК
В НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМАХ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА**

М.В. Гармаш

Мурманский государственный технический Университет, г. Мурманск, Россия, marinulechka@bk.ru

Биология колюшек на Кольском полуострове изучена мало, хотя они имеют существенное значение в формировании водных биотопов Кольского полуострова, и для многих хищных рыб и рыбадных птиц являются важными объектами питания. Нами проведены исследования некоторых аспектов биологии колюшек в Кольском заливе и в оз. Промерное на Дальнезеленецкой биостанции ММБИ.

Материал и методы

Основу данной работы составляют материалы, собранные в устье р. Туломы в 2004 г. и в районе р. Лавна в 2007 г., а также материал из оз. Промерное на биостанции ММБИ в пос. Дальние Зеленцы в 2009 г. Объектами исследования являются трехиглая и девятииглая колюшки. Лов осуществлялся с помощью мальковой волокуши и сачком.

Всего было отловлено 500 экз. колюшек (табл. 1), которые были заформалинены для дальнейшей обработки в камеральных условиях. Обработка проб проводилась по стандартным ихтиологическим методикам.

Таблица 1. Количество собранного материала

Вид рыб	Район лова	Сроки сбора материала	Количество, экз.
Трехиглая колюшка	Устье р. Туломы	Август 2004 г.	211
	Река Лавна	Май 2007 г.	203
	Озеро Промерное, пос. Дальние Зеленцы	Июль 2009 г.	28
Девятииглая колюшка	Озеро Промерное, пос. Дальние Зеленцы	Июль 2009 г.	58

Результаты и обсуждение

В ходе исследований были получены следующие результаты.

Зависимость между длиной и массой тела (рис. 1) трехиглой колюшки из Кольского залива аппроксимируется уравнением регрессии $W = 0,0047L^{3,4321}$ ($R^2 = 0,9914$), из оз. Промерное – $W = 0,0067L^{3,2078}$ ($R^2 = 0,9616$). Из литературных источников (Мухомедияров, 1963) известно, что средние коэффициенты для трехиглой колюшки равны: $a = 0,003036$; $b = 3,651$. Полученные нами величины коэффициента b близки к литературным данным, что указывает на сохранение формы тела по мере роста колюшки.

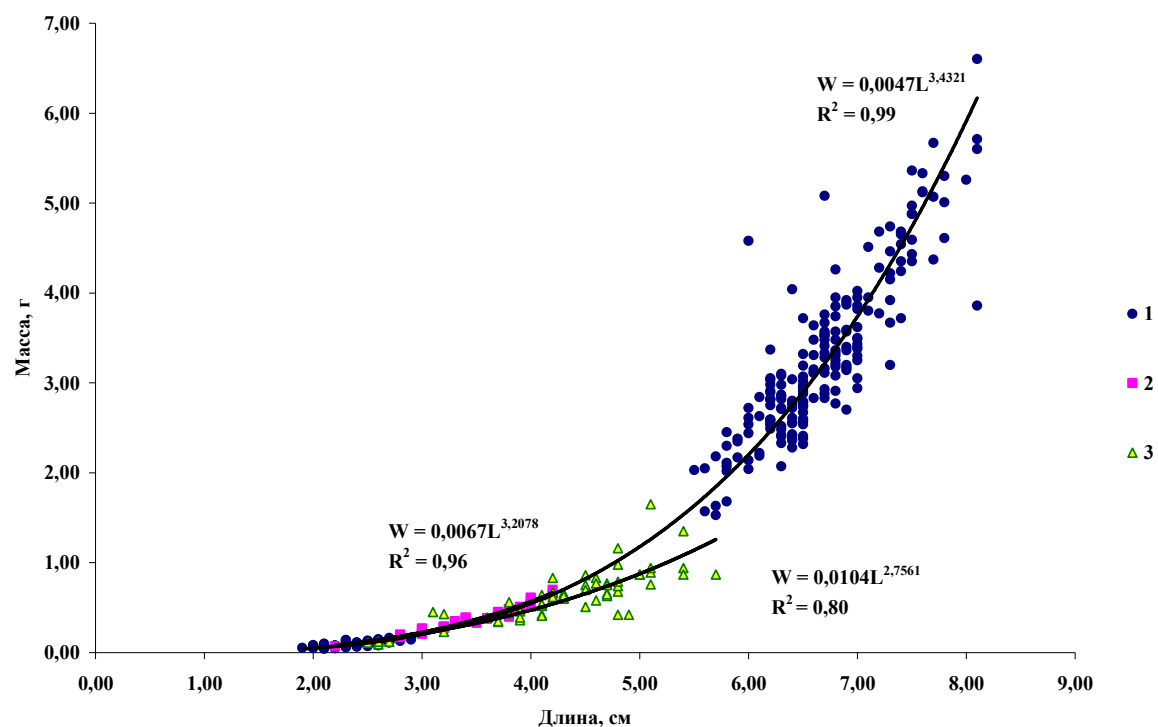


Рисунок 1. Зависимость «длина-масса» для колюшек:

1 – трехиглая колюшка, Кольский залив; 2 – трехиглая колюшка, оз. Промерное, пос. Дальние Зеленцы;

3 – девятииглая колюшка, оз. Промерное, пос. Дальние Зеленцы

Длина выловленных из Кольского залива колюшек колебалась от 1,9 до 8,1 см, а вес соответственно от 0,041 до 6,6 г. Основная часть стада – это мальки длиной 2-3 см и весом 0,2-0,3 г и взрослые особи длиной 6,1-7 см и весом от 0,35 до 0,5 г. Длина выловленных колюшек из оз. Промерное варьировала от 2,2 до 4,2 см, а вес соответственно от 0,07 до 0,7 г. Основная часть стада – это особи длиной 3,5-4 см и весом от 0,35 до 0,5 г.

Данные о средних коэффициентах для девятииглой колюшки в доступной литературе отсутствуют. По полученным нами данным зависимость между длиной и массой тела описывается формулой: $W = 0,0104L^{2,756}$ ($R^2 = 0,8036$).

Длина выловленных девятииглых колюшек колебалась от 2,5 до 5,7 см, а вес соответственно от 0,09 до 1,65 г. Основная часть стада - это особи длиной 4,1-5 см и весом от 0,4 до 0,8 г.

Отклонение линии тренда девятииглой колюшки от трехиглой объясняется тем, что у этих рыб разная форма тела: у трехиглой тело относительно высокое, а у девятииглой - умеренно удлинненное.

Из 353 экз. исследованных нами рыб из Кольского залива большую часть составили ювенильные особи (60%), на остальные 40% приходились самцы (18%) и самки (22%).

Анализ питания был проведен у 351 экз. трехиглой колюшки из Кольского залива, а также у 28 экз. трехиглой колюшки и 58 экз. девятииглой из оз. Промерное. Спектры питания колюшек схожи. Основными объектами служат личинки насекомых, ракообразные, водоросли, черви, а также икра (табл. 2).

Таблица 2. Частота встречаемости различных компонентов в составе пищи трехиглой и девятииглой колюшек (%)

Компоненты пищи	Трехиглая колюшка		Девятииглая колюшка
	Кольский залив	Озеро Промерное, пос. Дальние Зеленцы	Озеро Промерное, пос. Дальние Зеленцы
Субимаго Diptera	54,3	5,6	13,3
Субимаго Plecoptera	-	0,4	1,5
Субимаго Megaloptera	-	1,4	3,4
Субимаго Trichoptera	-	0,2	0,5
Субимаго Ichneumonoidea	-	-	0,5
Cladocera	-	50,2	79,2
Gammaridae	31,1	-	-
Polychaeta	3,1	-	-
Водоросли	5,8	1,6	1,6
Икра	3,9	40,6	-
Песок	1,8	-	-
Исследовано рыб, экз.	351	28	58
Количество питавшихся рыб, %	76,4	86	93
Средний балл НПТ	1,6	1,8	2,03

При анализе желудочно-кишечных трактов мальков и взрослых особей трехиглой колюшки из Кольского залива в пищевом комке обнаружено 6 компонентов: личинки двукрылых, гаммариды, полихеты, водоросли, икра и песок. Доминирующими оказались 2 вида: личинки двукрылых, гаммариды, доля которых составляет соответственно 54,3 и 31,1%.

При анализе желудочно-кишечных трактов особей трехиглой колюшки из оз. Промерное в пищевом комке обнаружено 7 компонентов: личинки двукрылых, веснянок, вислокрылок, ручейников, ветвистоусые рачки (дафнии и босмины), водоросли и икра. Основу питания составляли 2 вида: ветвистоусые рачки и икра.

В пищевом комке девятииглой колюшки из оз. Промерное обнаружено 7 компонентов: личинки двукрылых, веснянок, вислокрылок, ручейников, наездников, ветвистоусые рачки и водоросли. В основном преобладали ветвистоусые рачки.

В целом накормленность колюшек составила 1,8 балла, накопление жира на внутренностях при таком относительно низком питании шло средними темпами, и у всех рыб жирность находится в пределах от 1 до 4 баллов, в среднем – 2,3.

Также в ходе изучения паразитофауны колюшек было обнаружено 2 вида паразитов. В районе р. Лавна трехиглая колюшка заражена нематодами *Anisakis simplex* sp., в оз. Промерное трехиглая и девятииглая колюшки заражены цестодами *Schistocephalus solidus*. При этом нематоды были обнаружены в печени рыб, а цестоды - в полости тела. В пищевом тракте гельминтов найдено не было. Поскольку зараженность была высокой, нами были определены количественные показатели заражения рыб: экстенсивность инвазии (ЭИ), интенсивность инвазии (ИИ) и индекс обилия (ИО).

Экстенсивность инвазии трехиглой колюшки в районе р. Лавна составила 64% из 39 исследованных экземпляров, а из оз. Промерное - 7,1% из 28 экз.. Аналогичный показатель для девятииглой колюшки был равен 48,3% из 58 экз.. Также следует отметить, что индекс обилия гельминтов у трехиглой колюшки из района р. Лавна составил 2,03 экз. У трехиглой и девятииглой колюшек из оз. Промерное индекс обилия гельминтов равнялся соответственно 0,05 и 1,09 экз.

Обнаруженные различия в видовом составе и количественных показателях заражения объясняются особенностями питания колюшек. Трехиглая колюшка в р. Лавна в основном питается гаммаридами, которые являются первыми промежуточными хозяевами нематоды *Anisakis simplex*. Трехиглая и девятииглая колюшки из оз. Промерное в основном питаются ветвистоусыми рачками, в полости тела которых развивается первая личиночная стадия гельминта *Sch. solidus*, т. е. они являются первыми промежуточными хозяевами. Различия в количественных показателях объясняются тем, что девятииглая колюшка поедает этих рачков намного больше (80%), а трехиглая - меньше (50%). Следовательно, риск заражения выше у девятииглых колюшек.

При изучении плодовитости трехиглой колюшки Кольского залива учитывались зрелые крупные, средние и мелкие икринки, выметывание которых, по-видимому, произойдет в текущем году, тогда как мелкие ооциты, за счет которых формируются икринки на будущий год, в расчет не принимались. Полученные данные показывают, что икрометание у трехиглой колюшки Кольского залива происходит, по крайней мере, в три приема, и индивидуальная плодовитость колеблется от 493 до 828 и составляет в среднем 665 икринок. Поскольку колюшка является короткоцикловым видом, живет в среднем 2-3 года и созревает при малых различиях в длине, определить зависимость индивидуальной абсолютной плодовитости от массы и размера колюшки не представляется возможным.

В отличие от индивидуальной абсолютной плодовитости между длиной тела и относительной плодовитостью существует отрицательная корреляция – с увеличением длины тела относительная плодовитость уменьшается с 246 до 100 икринок на 1 г веса рыбы (рис. 2).

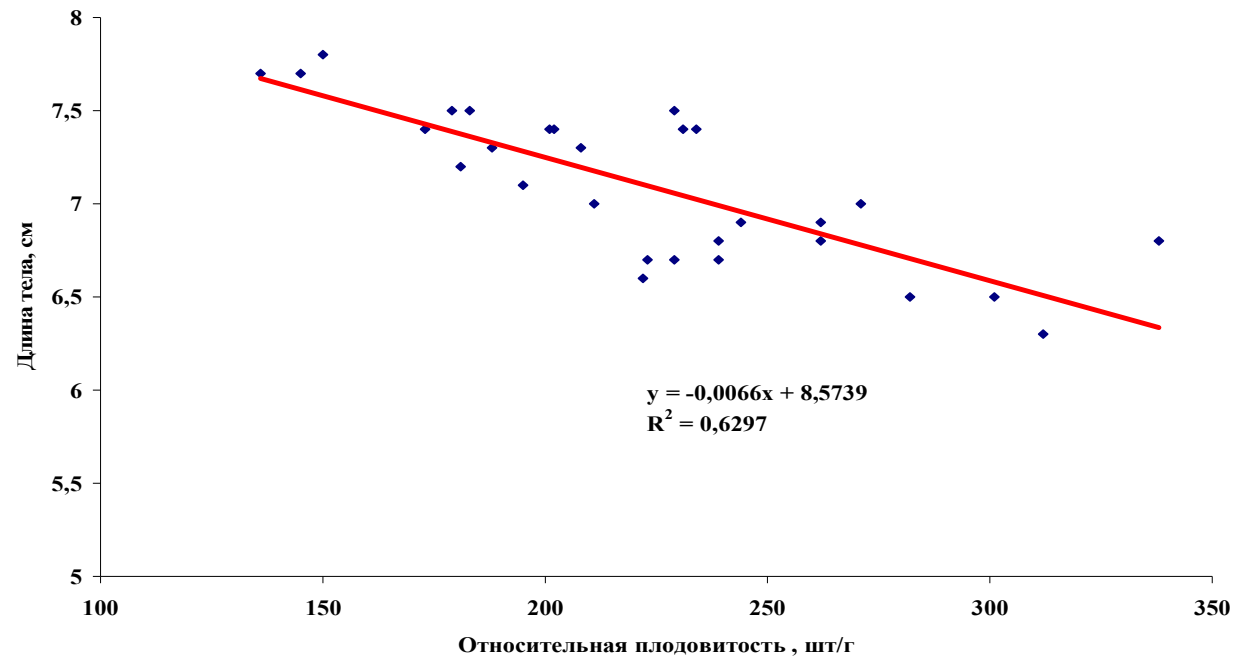


Рисунок 2. Зависимость индивидуальной относительной плодовитости трехиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus* Кольского залива от длины самок

Полученные нами данные могут быть использованы в дальнейших исследованиях особенностей биологии и паразитофауны колюшек на Кольском полуострове и при анализе их трофических взаимоотношений с другими рыбами.

Литература

- Зюганов В.В. Семейство колюшковых (Gasterosteidae) мировой фауны. Фауна СССР. Рыбы. Т. V. Вып. I. - Л.: Наука, 1991. - 264 с.
- Карамушко О.В., Берестовский Е.Г., Карамушко Л.И. Ихтиофауна. Кольский залив // Океанография, биология, экосистемы, поллютанты. - Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 1997. - С. 144-155.
- Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. - М.: Наука, 1974. - 254 с.
- Митинев В.К., Шульман Б.С. Паразиты рыб водоемов Мурманской области. Систематический каталог. – Мурманск: изд-во ПИНРО, 1999. – 72 с.
- Мухомедияров, Ф.Б. Биология и промысел второстепенных промысловых рыб Карельского побережья // Материалы по комплексному изучению Белого моря. - М.-Л.: Изд. АН СССР, 1963. - Вып. 2. - С. 131-143.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. Паразитологические многоклеточные. Ч. 2. - Л.: Наука, 1987. - 583 с.
- Современные информационные и биологические технологии в освоении ресурсов шельфовых морей / отв. ред. Г.Г. Матишов; Мурман. мор. биол. ин-т КНЦ РАН. - М.: Наука, 2005. – 359 с.
- Труды Мурманской биологической станции / отв. ред. Г.А. Клюге. - М.-Л.: Изд. АН СССР, 1948. – 92 с.

BIOLOGY OF THREE-SPINED (*GASTEROSTEUS ACULEATUS*) AND NINE-SPINED (*PUNGITIUS PUNGITIUS*) STICKLEBACKS IN SOME WATER BODIES OF THE KOLA PENINSULA

M.V. Garmash

Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia, marinulechka@bk.ru

Biology of sticklebacks on the Kola Peninsula have been little studied, although they are essential in the formation of the water biotopes of the Kola Peninsula, and for many predatory fish and piscivorous birds are an important food. We carried out a study of some aspects of the biology of the sticklebacks in the Kola Bay and in lake. Survey Dalnezelenetskaya at the biological station of the MMBI.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О БИОЛОГИИ, РАСПРОСТРАНЕНИИ И ПАТОГЕННОСТИ ПАРАЗИТОВ РОДА *DERMOCYSTIDIUM*

Е.А. Голинева

ФГБНУ «ГосНИОРХ», Санкт-Петербург, golineva@inbox.ru

Род *Dermocystidium* состоит из одноклеточных организмов, занимающих промежуточное таксономическое положение между грибами и животными. Все организмы данного рода являются исключительно паразитами рыб. На настоящий момент изучена только стадия, представляющая собой заполненные спорами цисты, локализующиеся на жабрах, коже и плавниках. Некоторые паразиты вызывают заболевания, которые нередко приводят к летальному исходу. Изучение дермоцистидиума имеет как теоретическое значение, определяемое его уникальным филогенетическим положением, так и практическое - для разработки методов мониторинга, диагностики и борьбы с вызываемыми им заболеваниями.

Первое упоминание о паразитах рода *Dermocystidium* относится к началу XX в., когда на коже тритонов появились и были описаны белые цисты, заполненные спорами (Perez, 1907). Созревая и разрываясь, цисты нарушали целостность кожи амфибий, тем самым вызывая их гибель.

В последующие годы схожие по морфологическим признакам организмы были описаны у моллюсков и ракообразных. Впервые в качестве паразита рыб дермоцистидиум был описан в 1914 г. у кумжи (Dunkerly, 1914; Leger, 1914).

Долгое время исследования проводились на светооптическом уровне, а систематика представителей рода *Dermocystidium* строилась исключительно на морфологических признаках, что неминуемо повлекло за собой череду ошибок и неточностей при описании новых видов. Некоторые авторы связывали с дермоцистидиумом происхождение цист, обнаруженных на амфибиях (Perez, 1907, 1913; Guyenot, Naville, 1922). Позднее сравнительный филогенетический анализ показал существенные различия, которые привели к выделению паразитов амфибий в род *Amphibiocystidium* (Pascolini et al., 2003). Аналогичным образом организмы, поражающие клетки крови устриц, были по ошибке определены как *Dermocystidium marinum* (Mackin et al., 1950). Позже этот вид был реклассифицирован (Perkins, 1976), однако это ошибочное название до сих пор имеет широкое употребление.

С появлением молекулярных методов исследований большинство видов, относившихся к роду *Dermocystidium*, были перераспределены в другие таксоны. Также изменилось и систематическое положение самого рода.

Различные исследователи относили *Dermocystidium* к гаплоспоридиям, к грибам или к простейшим (Нейш, Хьюз, 1984). В 1996 г. группой авторов род был приписан к кладе DRIP (*Dermocystidium*, rosette agent (ныне *Sphaerothecum*), *Ichthyophonous*, *Psorospermium*)

(Ragan et al., 1996). Позже клада была перемещена в новый класс Ichthyosporea, названный так вследствие заражения этими спорообразующими организмами исключительно рыб (Cavalier-Smith, 1998). После включения новых видов, не являющихся паразитами рыб, класс был переименован в Mesomycetozoea (Herr et al., 1999). Однако последняя ревизия систематики эукариот отменила эту поправку (Adl et al., 2012).

На настоящий момент *Dermocystidium* рассматривается в рамках группы Protista (Ichthiosporea: Rhinosporideaceae: Dermocystida) (Mendoza et al., 2001; Adl et al., 2012). Род включает в себя 11 видов, паразитирующих у пресноводных и морских костных рыб (Rowley et al., 2013). Так как в значительной части зарегистрированных случаев возбудитель определен только до уровня рода, можно предположить, что численность представителей рода *Dermocystidium* существенно занижена. Эту проблему можно устранить путем применения молекулярных методов для идентификации видов.

Данные о биологии и жизненном цикле паразита фрагментарны. Изучению подвергалась только видимая стадия, представляющая собой белые цисты различной формы и размера, заполненные эндоспорами, каждая из которых впоследствии производит многочисленные подвижные одножгутиковые зооспоры. Споры содержат большое плотное тело (оптически плотное белковое образование, служащее резервным запасом) и мелкие липидные включения. Цитоплазма с ядром ограничена узким периферическим слоем (Eiras, Silva-Souza, 2000; Pekkarinen, Lotman, 2003).

Чаще всего отмечались случаи поражения жабр, что приводило к гиперплазии, слиянию вторичных ламелл, нарушению осморегуляции и, как следствие, к гибели рыб.

Поражения покровов и плавников сопровождаются воспалительной реакцией и могут служить воротами для вторичных инфекций. Также имеются данные о развитии тяжелых системных инфекций у лососевых рыб, при которых поражались почки, печень, селезенка и семенники (Eiras, Silva-Souza, 2000; Glockling et al., 2014).

Dermocystidium отмечен практически повсеместно у представителей различных семейств как в диких популяциях, так и в аквакультуре (Eiras, Silva-Souza, 2000; Rowley et al., 2013). Отмечались случаи передачи возбудителя между восприимчивыми дикими и культурными видами рыб (Gozlan et al., 2014; Glockling et al., 2014). При этом список хозяев и география распространения паразита постоянно расширяются, что можно связать как с применением новых методов диагностики, таких как ПЦР, так и с бесконтрольными транспортировками рыбы.

Достаточно сложно дать точную оценку экономическим потерям от дермоцистидиозов в аквакультуре, поскольку вспышки заболевания не всегда влекут за собой массовую гибель рыбы, в некоторых случаях смертность не наблюдалась или ее уровень оценивался как умеренный (Eiras, Silva-Souza, 2000).

На сегодняшний день исследования дермоцистидиума все еще немногочисленны и недостаточны, все существующие литературные данные описывают лишь видимую стадию. Для понимания жизненного цикла паразита необходимо использование качественно иных методов диагностики, позволяющих обнаружить ранние фазы развития.

Ввиду высоких темпов распространения, широкого круга хозяев и способности возбудителя вызывать гибель рыбы изучение дермоцистидиума имеет огромное практическое значение. Понимание биологии возбудителя, его жизненного цикла и способов

передачи позволит решить такие прикладные задачи, как ведение мониторинга и разработка методов профилактики и лечения дермоцистидиозов рыб.

Изучение этой группы организмов, находящейся на границе дивергенции царств грибов и животных, также имеет и огромное теоретическое значение для раскрытия природы происхождения царств грибов и животных.

Литература

Хейли Г., Хьюз Г. Микозы рыб. Пер. с англ. - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. - 96 с.

Adl S.M., Simpson A.G.B., Lane C.E., Lukeš J., Bass D., Bowser S.S., Brown M.W., Burki F., Dunthorn M., Hampl V., Heiss A., Hoppenrath M., Lara E., Le Gall L., Lynn D.H., McManus H., Mitchell E.A.D., Mozley-Stanridge S.E., Parfrey L.W., Pawłowski J., Rueckert S., Shadwick L., Schoch C.L., Smirnov A., Spiegel F.W. The Revised Classification of Eukaryotes // J. Eukaryot. Microbiol. - 2012. - № 59 (5). - P. 429—493.

Cavalier-Smith T. Neomonada and the origin of animals and fungi // Evolutionary Relationships Among Protozoa. - Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 1998. - P. 375—407.

Dunkerly J.S. Dermocystidium pusula Perez, parasitic on Trutta fario. // Zool. Anz. - 1914. - № 44. - P. 179—182.

Eiras J.C., Silva-Souza A.T. A Dermocystidium infection in Trichomycterus sp. (Osteichthyes, Trichomycteridae) // Parasite. - 2000. - № 7 (4). - P. 323—326.

Glockling S.L., Marshall W.L., Gozlan R.E., Marano A.V., Lilje O., Gleason F.H. The ecological and economic importance of zoosporic Mesomycetozoean (Dermocystida) parasites of freshwater fish // Freshwater Fungi and Fungal-like Organisms. - Berlin/Boston: Walter de Gruyter, 2014. - P. 197—209.

Gozlan R.E., Marshall W.L., Lilje O., Jessop C.N., Gleason F.H., Andreou D. Current ecological understanding of fungal-like pathogens of fish: what lies beneath? // Frontiers in Microbiology. - 2014. - № 5(62). - P. 1—16.

Guyenot E., Naville A. Un nouveau protiste, du genre Dermocystidium, parasite de la grenouille. Dermocystidium ranaenov. spec. // Rev. Suisse. Zool. - 1922. - № 29. - P. 133—145.

Herr R.A., Ajello L., Taylor J.W., Arseculeratne S.R., Mendoza L. Phylogenetic analysis of Rhinosporidium seeberi's 18S small subunit ribosomal DNA groups this pathogen among members of the protocistan Mesomycetozoa clade // J. Clin. Microbiol. - 1999. - № 37. - P. 2750—2754.

Leger L. Sur un nouveau protiste du genre Dermocystidium parasite de la truite // Comptes Rendus de l'Academie des Sciences. - 1914. - № 158. - P. 807—809.

Mackin J.G., Owen H.M., Collier A. Preliminary note on the occurrence of a new protistan parasite, Dermocystidium marinum n. sp. in Crassostrea virginica (Gmelin) // Science. - 1950. - № 111. - P. 328—329.

Mendoza L., Ajello L., Taylor J.W. The taxonomic status of Lacazia loboi and Rhinosporidium seeberi has been finally resolved with the use of molecular tools // Rev. Iberoam. Micol. - 2001. - № 18. - P. 95—98.

Mendoza L., Taylor J.W., Ajello L. The class Mesomycetozoa: A Heterogeneous Group of Microorganisms at the Animal-Fungal Boundary // Ann. Rev. Microbiol. - 2002. - № 56. - P. 315—344.

Pascolini R., Daszak P., Cunningham A.A., Tei S., Vagnetti D., Bucci S., Fagotti A., Di Rosa I. Parasitism by *Dermocystidium ranae* in a population of *Rana esculenta* complex in Central Italy and description of *Amphibiocystidium* n. gen. // Diseases of aquatic organisms. -2003. - № 56. - P. 65—74.

Pekkarinen M., Lotman K. Occurrence and life cycles of *Dermocystidium* species (Mesomycetozoa) in the perch (*Perca fluviatilis*) and ruff (*Gymnocephalus cernuus*) (Pisces: Perciformes) in Finland and Estonia // J. Nat. Hist. - 2003. - № 37. - P. 1155—1172.

Perez C. *Dermocystis pusula*, organisme nouveau parasite de la peau des tritons // Reunion Biol. Bordeaux. - 1907. - № 5. - P. 445—446.

Perez C. *Dermocystis pusula*, parasite de la peau des tritons // Arch. Zool. Exp. Gen. - 1913. - № 52. - P. 343—357.

Perkins F.O. Zoospores of the Oyster Pathogen *Dermocystidium marinum*. I. Fine Structure of the Conoid and Other Sporozoan-Like Organelles // J. Parasitol. - 1976. - № 62. - P. 959—974.

Ragan M.A., Goggin C.L., Cawthorn R.J., Cerenius L., Jamieson A.V.D., Plourde S.M., Rand T.G., Söderhäll K., Gutell R.R. A novel clade of protistan parasites near the animal-fungal divergence // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. - 1996. - № 93. - P. 11907—11912.

Rowley J.J.L., Gleason F.H., Andreou D., Marshall W.L., Lilje O., Gozlan R.E. Impacts of mesomycetozoan parasites on amphibian and freshwater fish populations // Fung. Biol. Rev. - 2013. - № 27. - P. 100—111.

MODERN UNDERSTANDING OF THE BIOLOGY, DISTRIBUTION AND PATHOGENICITY OF PARASITES OF THE GENUS *DERMOCYSTIDIUM*

E.A. Golineva

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Saint-Petersburg, golineva@inbox.ru

The genus *Dermocystidium* contains unicellular organisms with uncertain taxonomic position at the boundary between animals and fungi. *Dermocystidium* species cause disease to a variety of fish hosts worldwide, which frequently leads to high levels of mortality. White cysts filled with spores are forming on gills, skin and fins. Each spore inside of cyst produces a number of zoospores. Other stages of life cycle and modes of transmission remain unknown. Further study of *Dermocystidium* is needed to understand its biology and to develop methods of monitoring, diagnosis and treatment.

СКОРОСТЬ ПРОДУЦИРОВАНИЯ БИОМАССЫ И ЭЛИМИНАЦИЯ В ПОПУЛЯЦИИ ПЛОСКОЙ УСТРИЦЫ ЛИМАНА ДОНУЗЛАВ

А.В. Грищенко¹, Н.А. Сытник²

¹Кафедра «Водные биоресурсы и марикультура», Керчь, leha.grishchenko@bk.ru

²ФГБОУ Керченский государственный морской технологический университет, Керчь, amtek-kerch@mail.ru

Плоская (съедобная или грядовая) устрица *Ostrea edulis* L. является одним из наиболее ценных видов двустворчатых моллюсков, обитающих в Чёрном море (Монин, 1990; Пиркова и др., 2002). В связи с тем, что запасы этого вида в середине прошлого столетия катастрофически сократились (Переладов, 2005; Золотницкий и др., 2008), научно-исследовательскими институтами России и Украины были начаты изыскания, направленные на разработку методов культивирования этого вида (Пиркова и др., 2002; Холодов и др., 2010).

В настоящее время воспроизводство устриц в определенной мере зависит от возможности массового получения посадочного материала (спата) в искусственных условиях. Вместе с тем для разработки оптимальной биотехнологии культивирования этого вида большое значение имеют такие параметры жизнедеятельности, как рост моллюсков (Алимов, 1981; Заика, 1983) и общая величина продукции, т.е. суммарная биомасса, образованная (синтезированная) в популяции, включая ее элиминированную часть.

В задачу настоящей работы входило исследование скорости продуцирования биомассы, а также элиминации в популяции этого вида в лимане Донузлав, являющемся одним из перспективных районов для организации марикультурных хозяйств по выращиванию морских гидробионтов, в том числе и устриц (Вижевский, 1990; Самышев и др., 2001).

Работы на плоской устрице проводили на экспериментальной базе ЮгНИРО в лимане Донузлав (западный Крым) в 2001-2003 гг. Две партии устриц размером 7-11 мм, собранные с коллекторов и из обрастаний, были помещены в сетные садки (0,7х0,7 м) на глубинах 2-3 м. Для изучения роста устриц с помощью штангенциркуля проводили измерения длины, высоты и толщины (ширины) моллюсков. Определение индивидуальной живой массы особей осуществляли на технических весах с точностью до 0,1 г.

Для характеристики ростовых процессов устанавливали удельные скорости линейного (q_L) и весового (q_W) роста, среднесуточные приросты длины ($P_L = dL/dt$) и массы ($P_W = dW/dt$).

Продукцию устриц и устриц в садках (P_t) за данный период определяли методом Бойсен-Иенсена по уравнению:

$$P_t = B_2 - B_1 + B_e,$$

где B_2 и B_1 соответственно биомасса моллюсков от времени t до $t+1$, B_e - биомасса элиминированных особей за данный промежуток времени. Общую продукцию за цикл выращивания (3 года) находили путем суммирования продукции за весь период исследования: $P_{\Sigma} = \sum P_i$. Для определения продукции и элиминации использовали формулы:

$$B_t = (W_2 - W_1) \cdot N, \quad B_e = (N_2 - N_1) \cdot W,$$

где N и W - средняя численность (экз.) и масса 1 экз. за исследуемый период.

Для математической обработки полученных данных применяли компьютерные статистические программы «Statistica», «Microcal Origin-6.1» и электронные таблицы «Excel».

Анализ изменений средней высоты устриц в течение 3-летнего периода выращивания показал, что их линейный рост можно аппроксимировать уравнением Берталанфи (Мина, Клевезаль, 1976):

$$H_t = H_{\infty} \cdot [1 - e^{-k \cdot (t - t_0)}],$$

где H_t - высота раковины моллюска во время t , H_{∞} - предельная (максимальная) высота устриц, k - удельная скорость роста, t_0 - возраст, при котором высота моллюска равна нулю. Соответствующие параметры уравнения составляли 73,6, -0,049 и -0,052.

Кроме того, кривая весового роста устрицы в зависимости от времени выращивания (t) аппроксимируется уравнением Гомпертца:

$$Wt = W_0 \cdot e^{-\exp^{-r \cdot (t - \alpha)}},$$

где W_0 , r и α - коэффициенты, которые соответственно составляли 25,19, 0,212 и 14,30.

Сопоставление данных по абсолютной скорости роста устриц в лимане Донузлав с таковыми других заливов северо-западной части Черного моря и побережья Северного Кавказа (м. Большой Утриш) (Кракатица, 1976; Сытник, Красноштан, 2008) показывает, что независимо от района обитания динамика линейных и весовых показателей устриц оказалась весьма сходной. Это свидетельствует о том, что ростовые потенции плоской устрицы в значительной степени определяются эндогенной генетической программой и экологическими особенностями их местообитаний (Мина, Клевезаль, 1976; Заика, 1985).

Таким образом, существующие отличия в скорости роста и конечных размерах моллюсков за один и тот же период выращивания обусловлены экологическими особенностями местообитаний разных популяций, а также их изменениями, складывающимися в данном биотопе в тот или иной период жизни устриц.

Хотя рост и является основной характеристикой продукционного процесса, но при культивировании моллюсков важна, в первую очередь, общая величина продукции, т.е. суммарная биомасса, образованная (синтезированная) в популяции, включая ее элиминированную часть (Алимов, 1981). В связи с этим изучение продукционного процесса составляет важнейшую часть динамики популяции (Ивлев, 1938).

На основе данных по росту и изменению численности моллюсков в процессе выращивания рассчитаны значения продукции и элиминации в популяции устриц. Анализ данных показал, что снижение численности устриц в процессе 3-летнего выращивания удовлетворительно описывается экспоненциальной функцией вида:

$$N_t = N_0 \cdot e^{-r \cdot t}, \quad (1)$$

где N_0 и N_t - численность моллюсков соответственно в начале и во время t , t – время выращивания устриц, r – удельная скорость снижения численности. Значение параметров уравнения N_0 и r были соответственно равны 528 экз.·м⁻² и 0,33 мес.⁻¹. Полученные материалы позволили рассчитать соотношение продукции и элиминации в популяции устриц (рис. 1).

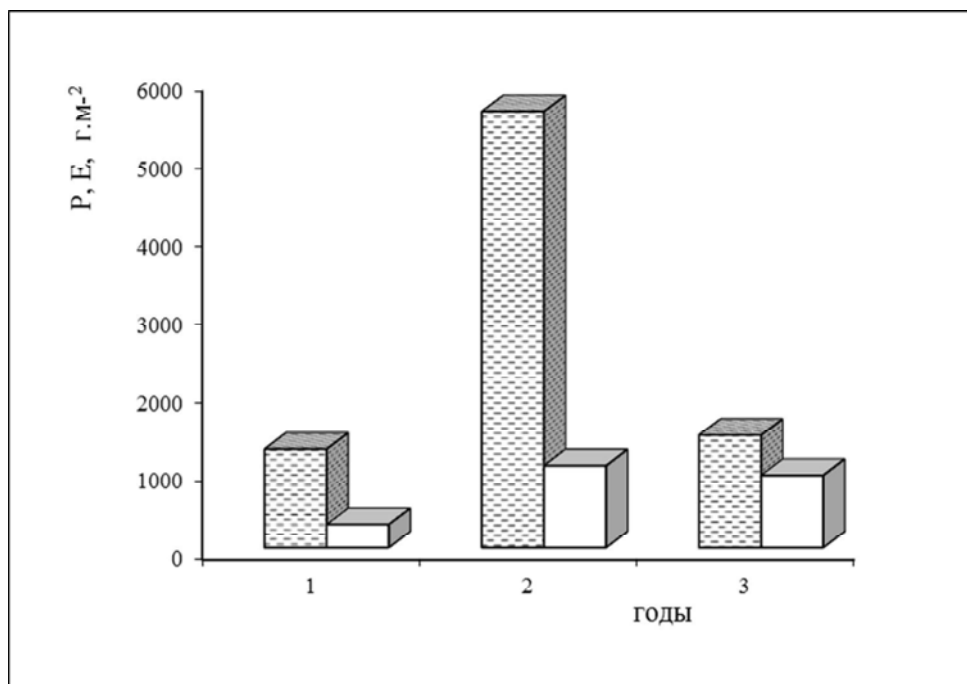


Рисунок 1. Изменение продукции (заштрихованные столбцы) и элиминации (светлые столбцы) в популяции плоской устрицы в течение 3-летнего выращивания

На 1-м году жизни продукция моллюсков на коллекторах была сравнительно невысока и составляла 1261,7 г·м⁻², а доля ее элиминированной части - 24%.

На 2-м году жизни скорость продуцирования биомассы резко возросла до 5587 г·м⁻², причем абсолютная величина элиминированной биомассы также увеличилась до 1051,3 г·м⁻², но ее удельный вес в общей величине снизился до 18,8%.

На 3-м году выращивания популяции общая величина продукции по сравнению с предыдущим годом резко снизилась до 1441 г·м⁻². По сравнению с предыдущим годом абсолютное значение элиминированной части также уменьшилось до 932 г·м⁻², но относительная ее доля в общей продукции резко возросла до 63,4% (Сытник, 2011). В то же время величина P/B -коэффициента (показателя продукционного процесса популяции) в течение выращивания характеризовалась устойчивым отрицательным трендом – с 3,13 на 1-м до 0,24 – на 3-м году жизни (рис. 2).

В общем виде зависимость P/B -коэффициента от времени выращивания (t , год) можно описать также и степенным уравнением вида:

$$P/B = 3,85 \cdot t^{-2,18}, \quad r = 0,928. \quad (2)$$

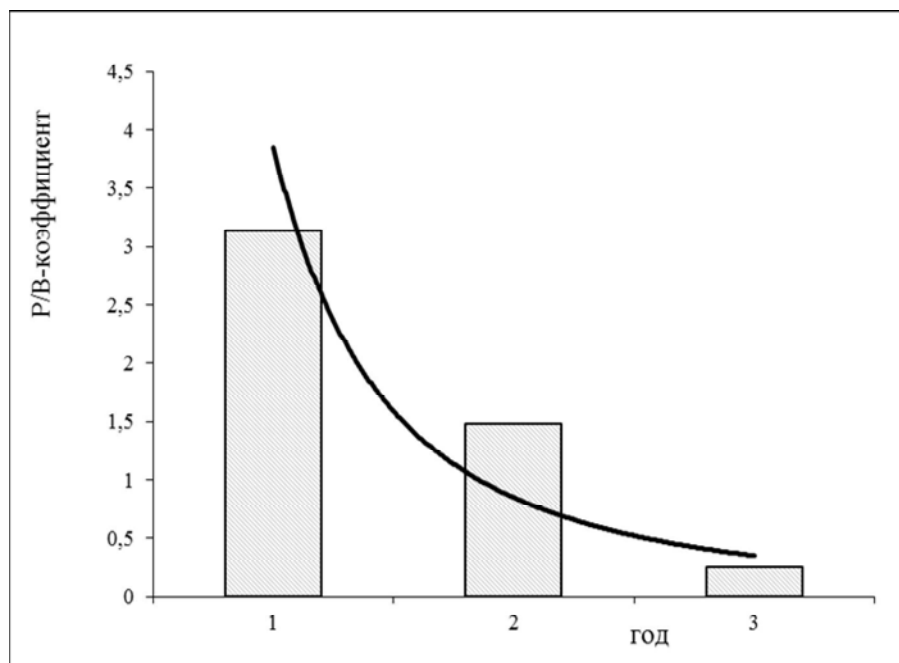


Рисунок 2. Изменение *P/B*-коэффициента в популяции плоской устрицы в процессе 3-летнего выращивания.

Сплошная линия – теоретическая кривая по уравнению (2)

С помощью данного уравнения можно прогнозировать изменение удельной продукции в процессе выращивания популяции устриц в лимане Донузлав.

Возможно, меньшая величина продукции по сравнению с Каркинитским заливом и довольно высокий уровень элиминации моллюсков на 3-м году жизни в лимане Донузлав являются следствием заболевания, вызываемого грибом *Ostracoblabe implexa* (Губанов, 1990; Холодов и др., 2010) или другими паразитическими простейшими, например, *Vonamia ostreae* (Culloty, Mulcahy, 2007), обычно проявляющегося у особей старших возрастных групп. На основе полученных данных можно прогнозировать значения абсолютной и удельной продукции популяции плоской устрицы в процессе ее выращивания в лимане Донузлав в современных условиях.

Литература

- Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. - Л.: Наука, 1981. – 248 с.
- Вижевский В.И. Биологические основы промышленного культивирования устрицы (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) в различных районах Черного моря. Дис. на соискание ученой степени канд. биол. наук: спец. 03.00.17. – Владивосток, 1990. - 174 с.
- Губанов В.В. Влияние раковинной болезни на состояние естественных популяций устриц *Ostrea edulis* и их культивирование в Черном море. Автореф. канд. дис., спец. 03.00.17. «Гидробиология». – Севастополь, 1990. - 21 с.
- Заика В.Е. Балансовая теория роста животных. – Киев: Наукова думка, 1985. - 191 с.
- Золотницкий А.П., Орленко А.Н., Сытник Н.А. Современное состояние марикультуры устриц в Черном море // Всеукр. наук.-практич. конф. «Биоразнообразие водных экосистем: проблемы и пути решения». - Днепропетровск, 2008. - С. 10-12.
- Ивлев В.С. О превращении энергии при росте беспозвоночных // Бюл. МОИП, отд. биол. – 1938. – Т. 47. - № 4. - С. 267-277.

- Крактица Т.Ф.* Биологические основы морской аквакультуры. – Киев: Наукова думка, 1976. - Вып. 2. – 79 с.
- Мина М.В., Клевезаль Г.А.* Рост животных. Анализ на уровне организма. - М.: Наука, 1976. - 291 с.
- Монин В.Л.* Биологические основы разведения черноморской устрицы *Ostrea edulis* L. // Автореф. канд. дис. – Севастополь, 1990. – С. 24.
- Переладов М.В.* Современное состояние популяции черноморской устрицы // Прибрежные гидробиологические исследования. – М.: ВНИРО, 2005. - Т. 144. – С. 254-274.
- Пиркова А.В., Ладыгина Л.В., Холодов В.И.* Воспроизводство черноморской устрицы *Ostrea edulis* L. как исчезающего вида // Рыбное хоз-во Украины. – 2002. - № 3. – С. 8–12.
- Самышев Э.З., Сеничкина Л.Г., Сергеева Н.Г., Михайлова Т.В., Панкратова Т.М.* Структура и функционирование сообществ планктона и бентоса оз. Донузлав в условиях антропогенного загрязнения и оценка перспектив его рыбохозяйственного использования // Сб. науч. трудов МГИ НАН Украины. – Севастополь, 2001. - С. 301-325.
- Сытник Н.А.* Рост и продукция плоской устрицы (*Ostrea edulis* L.) в лимане Донузлав. екологічна безпека прибережної та шельфової зон та комплексне використання ресурсів шельфу // Збірник наукових праць. – Севастополь, 2011. – Вып. 25. - Т. 1. – С. 429-433.
- Сытник Н.А., Красноштан С. В.* Особенности линейного и весового роста устрицы (*ostrea edulis* l.) в озере донузлав // Рыбное хоз-во Украины. – 2008. – № 6 (59). – С. 44–48.
- Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В.* Выращивание мидий и устриц в Черном море. Практическое руководство (ред. акад. В.Н. Еремеев). – Севастополь: Институт биологии южных морей НАНУ, 2010. – 422 с.
- Culloty S.C., Mulcahy M.F.* Bonamia ostreae in the native oyster *ostrea edulis*: a review. Mar. Environ. Health Series. – 2007. - No 29. - 36 p.

SPEED BIOMASS PRODUCTION AND ELIMINATION IN THE POPULATION FLAT OYSTERS ESTUARY DONUZLAV

A.V. Grishchenko¹, N.A. Sytnik²

¹*Department of "Water Bioresources and mariculture", ²FGBOU Kerch State Marine Technological University, Kerch*
leha.grishchenko@bk.ru, amtek-kerch@mail.ru

The features of linear and weight growth of oysters (*Ostrea edulis* L.) were studied in the estuary Donuzlav for a three-year period of growth. It was found that during ontogenesis oysters had asynchronous changes in velocity of linear and weight growth. It was assumed that it was due to the different sensitivity of somatic and generative tissues to the temperature of the water. According to the data on growth and changes in the number of shellfish in the growing process, the values of production and elimination, as well as the dependence of P/B -ratio to the growing time as a degree equation that can be used to predict changes in specific production of oysters during their cultivation in the estuary Donuzlav.

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АЗОВСКОЙ ХАМСЫ В ПЕРИОД ЗИМОВАЛЬНЫХ МИГРАЦИЙ

Я.И. Данильченко¹, И.А. Хрюкова²

¹ФГБОУ ВО «КГМУ», г. Керчь, danilchenko.yana@mail.ru

²Керченская инспекция «Крымский отдел АЧТУ Росрыболовства»

Черноморская хамса (*Engraulis encrasicolus ponticus* Aleksandrov) - одна из основных промысловых рыб Черного моря. Часть популяции, нерестящейся и нагуливающейся в Азовском море, формирует самостоятельное стадо и, соответственно, выделена в подвид азовская хамса – *Engraulis encrasicolus maeoticus* Pusanov, которая также является одним из важнейших объектов рыболовства в Азовском и Черном морях.

Хамса в Азовском море подвергается комплексному воздействию различных факторов, в результате которых наблюдаются ежегодные колебания ее численности, могущие быть иногда значительными. Поэтому мониторинг естественного воспроизводства хамсы, в основу которого положена ежегодная оценка кормности моря, численности пищевых конкурентов (тюльки, гребневика), численности молоди - поколения пополнения и самой промысловой части популяции - имеет большое значение для ведения эффективного рыболовства. Основной период промысла хамсы - зимний, для его успешного развития ихтиологами проводится прогнозирование сроков и мощности промысловых скоплений, распределения их в Черном море.

В настоящей работе с целью изучения особенностей зимнего промысла хамсы в Черном море в 2015-2016 гг. проанализированы ее морфофизиологические показатели из промысловых скоплений у берегов Крыма.

Материалом исследований послужили отчетные сведения Керченской инспекции «Крымский отдел АЧТУ Росрыболовства» о вылове хамсы в предпроливной зоне Черного моря от м. Такиль до м. Сарыч за последние годы, а также собственные данные по анализу морфофизиологических показателей хамсы из уловов. Длину рыбы измеряли по Смитту – до выемки хвостового плавника (L_s , мм) и до конца чешуйного покрова (l , мм), устанавливали общий вес, рассчитывали упитанность по Фультону. Жирность определяли визуально, по 5-балльной шкале оценивая количество жира в полости тела (Правдин, 1966).

Результаты и обсуждение

В результате многолетних исследований ученых (Данилевский, 1958; Тараненко, 1958; Шульман, 1959, 2002 и др.) установлено, что основным показателем подготовленности хамсы к зимовальной миграции является состояние жировых запасов в организме, которое наряду с интенсивностью осеннего понижения температуры воды определяет скорость перехода рыбы к формированию плотных скоплений. Жирность и упитанность азовской хамсы начинает повышаться после завершения нерестового периода

и достигает максимума в сентябре-ноябре. Обычно первыми во второй половине сентября начинают покидать Азовское море и мигрировать на юг сеголетки, которые, попав в северо-восточную часть Черного моря, рассеиваются и продолжают нагул в более теплых водах (Попова, 1954). Затем начинают миграцию более жирные рыбы. В октябре при снижении температуры воды миграция усиливается. Более худая рыба мигрирует на зимовку в начале ноября.

В декабре косяки хамсы продвигаются в районы Северного Кавказа от Анапы до Туапсе, а в холодные зимы могут мигрировать далеко на юг до районов Грузии, жирность их при этом, как правило, снижается. При сильных северо-восточных ветрах, а также в годы высокой численности часть промыслового стада мигрирует на зимовку в западном направлении – к южному берегу Крыма и далее (Тараненко, 1958; Шляхов и др., 2012).

При выходе в предпроливную зону Черного моря промысловые косяки хамсы иногда длительное время (в зависимости от температурных условий) держатся в предпроливном пространстве, образуя скопления у м. Такиль, горы Опук, м. Чауда, активно питаются, продолжая предзимовальный нагул (Попова, 1954).

Предпроливная зона Черного моря, а также южное побережье Крыма являются удобными районами для кошелькового промысла хамсы. Данные по ее вылову за последние годы (2004-2015) в Черном море на участке от м. Такиль до м. Сарыч хорошо отражают состояние запасов и динамику промысла вида в целом (рис. 1).

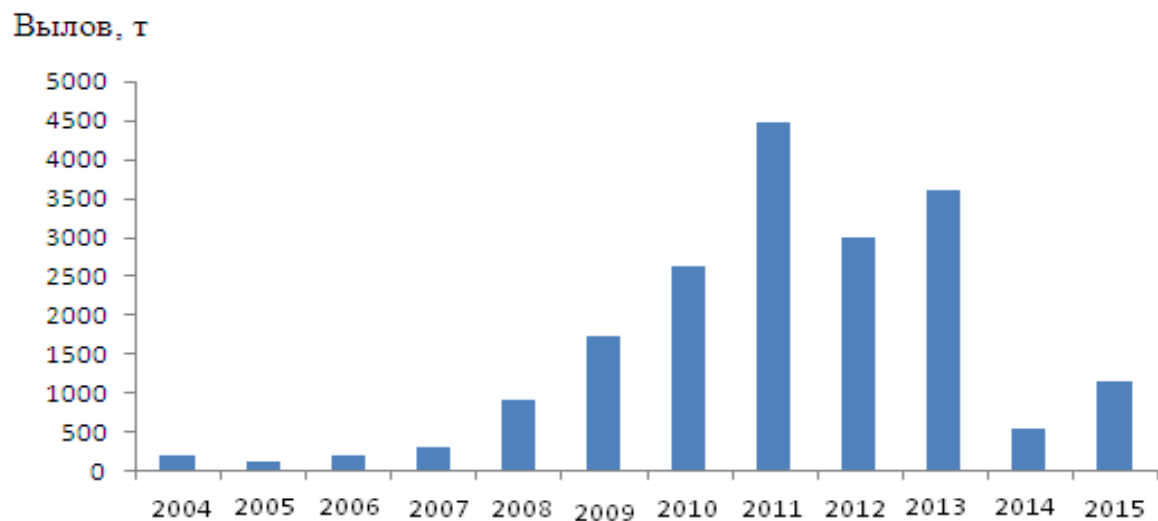


Рисунок 1. Динамика вылова (т) азовской хамсы в Черном море в районе от мыса Такиль до мыса Сарыч

Как следует из представленных данных, период 2004-2008 гг. характеризовался самым низким объемом вылова. Несмотря на то, что новое поколение 2003-2004 гг. отличалось весьма высокой численностью, молодь хамсы из-за пищевой конкуренции с гребневиком *Mnemiopsis leidyi* имела низкую упитанность и не сформировала хорошего промыслового запаса (Шляхов, Гришин, 2009).

Добыча хамсы в период 2004-2008 гг. была незначительной. Но начиная с 2009 г. уловы возросли почти в 2 раза. И уже в последующие пять лет наблюдался стабильный вылов, достигавший 3,5-4,5 тыс. т.

Состояние популяции улучшилось, по всей видимости, за счет снижения численности гребневика и благоприятных климатических условий для зимовки у берегов Крыма.

Начиная с 2008 г. отмечается и существенный рост промыслового запаса популяции азовской хамсы. По данным ЮгНИРО, появилось новое мощное поколение азовского подвида анчоуса (Шляхов и др., 2012), максимальное за последние 20 лет, запас составил в 2010 г. 480 тыс., в 2011 г. – 650 тыс. т.

Азовская хамса в период зимовки занимала не только побережье у южного берега Крыма, но и в значительном количестве проникала в более западные районы, вплоть до м. Тарханкут. В эти годы численность хамсы увеличилась, и у нее улучшилось физиологическое состояние. Более упитанные рыбы стали формировать стабильные промысловые косяки, хорошо доступные для облова кошельковыми неводами. Начиная с 2009 г. произошло значительное увеличение уловов и у берегов Крыма (см. рис. 1).

В 2015 г. начало зимовальных миграций промысловых косяков азовской хамсы было отмечено только в середине октября, при снижении температуры воды до 15 °С (рис. 2). К середине декабря при снижении температуры воды до 7-6,5 °С промысел в южных районах Азова и в Керченском проливе завершился, хамса вышла в Черное море.

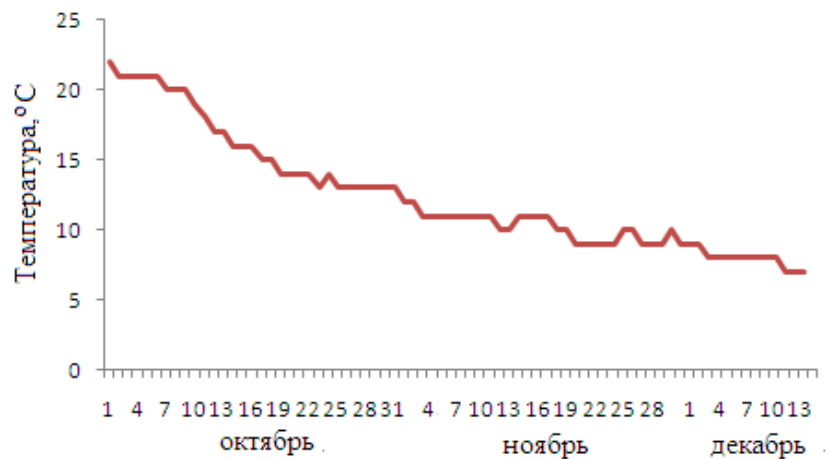


Рисунок 2. Динамика температуры воды в южных районах Азовского моря в период зимовальной миграции хамсы (2015 г.)

В период миграции из Азовского в Черное море промысловая часть популяции хамсы характеризовалась более низкой жирностью, чем в 2014 г. По нашим данным, количество полостного жира у нее определялось всего в 3 балла в начале миграции и 2-3 – в конце. Известно (Шляхов и др., 1990), что дефицит планктонного корма, возникающий в результате конкурентных пищевых отношений между тюлькой, взрослой хамсой и молодь, особенно в годы высокой урожайности последней, нередко бывает основной причиной снижения жирности промысловой хамсы.

Как показывают многолетние наблюдения исследователей (Данилевский, 1958; Тараненко, 1958), хамса начинает интенсивно откармливаться сразу же по окончании нереста, т. е. с июля-августа. Процесс накопления жира в теле хамсы идет в течение всей осени, пока не наступит охлаждение моря. В разные годы уровень жиронакопления различается. По интенсивности этого процесса можно оценить условия откорма и вероятность скоплений рыбы в том или ином районе моря. Если средняя жирность хамсы в середине октября выше 8%, то рыба образует устойчивые скопления. Низкая жирность хамсы осенью является показателем неудовлетворительных условий откорма и неустойчивости ее скоплений при снижении температуры (Данилевский, 1958; Тараненко, 1966; Шульман, 2002). Такая рыба во время зимовки может характеризоваться повышенной смертностью.

В зимний период 2015/2016 г. довольно значительные зимовальные скопления хамсы также отмечались в предпроливной зоне Черного моря и у южного берега Крыма. При анализе уловов из исследуемого района было выявлено, что рыба здесь интенсивно питалась, благодаря чему жирность у подавляющего числа особей составляла 4 балла. Средние показатели упитанности рыб также имели тенденцию к увеличению, снижаясь лишь в более холодный период – в конце декабря (см. таблицу).

Таким образом, в течение теплой зимы 2015/2016 г. у побережья Крыма сложились благоприятные гидрологические условия для зимовки хамсы.

Динамика морфологических показателей хамсы в период промысла у берегов Крыма (от м. Такиль до м. Сарыч) в 2015/16 г.

(L_s – длина по Смитту, l – длина до конца чешуйного покрова, P – масса рыбы, K_f – коэффициент упитанности по Фультону)

Дата	n	L_s , см	l , см	P , г	K_f
10.12.15	68	10,1±0,09	9,20±0,08	7,39±0,19	0,94±0,01
21.12.15	69	10,01±0,09	9,18±0,08	6,77±0,16	0,87±0,01
11.01.16	67	9,95±0,08	9,12±0,07	7,42±0,16	0,97±0,11
21.01.16	67	10,02 ±0,08	9,20 ±0,08	7,61 ±0,19	0,97 ±0,01

Литература

- Данилевский Н.Н. Миграции черноморской хамсы и факторы их обуславливающие // Труды АзЧерНИРО. - 1958. - Вып. 17. - С. 51-71.
- Попова В.П. Черноморский период жизни азовской хамсы // Труды ВНИРО. - 1954. - Т. 28. — С. 65-74.
- Тараненко Н.Ф. Поведение хамсы на местах ее зимовок в Черном море // Труды АзчерНИРО. - 1958. - Вып. 17. - С. 111-140.
- Тараненко Н.Ф. К динамике численности азовской хамсы // Труды АзчерНИРО. — 1966. - Вып. 24. - С. 3-16.
- Шляхов В.А., Чащин А.К., Коркош Н.И. Интенсивность промысла и динамика запаса черноморской хамсы // Биол. ресурсы Черного моря / Науч. труды ВНИРО. — М., 1990. — С. 93–102.
- Шляхов В.А., Гришин А.Н. Состояние планктонных сообществ и промысла пелагических рыб в Черном море после вселения гребневиков *Mnemiopsis leidyi* и *Beroe ovata* // Рыбное хоз-во Украины. — 2009. - № 5 (64). — С. 53-61.
- Шляхов В.А., Михайлюк А.Н., Бондаренко И.В., Евченко О.В., Ершова О.В., Коркош В.В., Мерзликин В.Л., Чащин А.К., Шляхова О.В. Промыслово-биологические показатели украинского рыболовства в Черном море в 2002-2011 годах // Труды ЮгНИРО. - 2012. - Т. 50. - С. 12-29.
- Шульман Г.Е. Химический состав азовской хамсы в преднерестовый, нерестовый и предмиграционный периоды годового жизненного цикла. Сообщ. 1. Изменение относительного и абсолютного количества жира // Вопр. ихтиологии. - 1959. - Вып. 13. - С. 170-181.
- Шульман Г.Е. Анчоусы из Азовского моря и Черного моря: закономерности миграций для зимовки (краткий обзор) // Морской экол. журн. - 2002. - № 1. - С. 67-78.

THE CHARACTERISTICS OF AZOV EUROPEAN ANCHOVY MORPHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS DURING WINTERING MIGRATIONS

Ya.I. Danil'chenko¹, I.A. Khryukova²

¹Department of water bioresources and mariculture FSBEI HE "KSMTU", Kerch, danilchenko.yana@mail.ru

²Kerch inspection «Crimea department ABSEC Russian Federal Fisheries Agency»

Morphophysiological indicators of Azov European anchovy *Engraulis encrasicolus maeoticus* during wintering migrations in autumn-winter period 2015-2016 were studied. There was found a tendency on increase of a fat content in commercial shoals of fish off the southern coast of the Crimean, where probably due to the warm winter, favorable hydrological conditions for wintering were created.

ПИТАНИЕ МОЛОДИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЫБ В ГАЛИЧСКОМ И ЧУХЛОМСКОМ ОЗЕРАХ (КОСТРОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Н.А. Дарсия

ФГБНУ «ГосНИОРХ», Санкт-Петербург, Россия, darsia.nn@gmail.com

Введение

Озера Галичское и Чухломское являются крупнейшими в Костромской области. Они относятся к бассейну Горьковского водохранилища и связаны с ним через вытекающие реки.

Галичское озеро – самое крупное в области и одно из самых крупных в средней полосе России. Оно позиционируется как мелководное (средняя глубина менее 3,5 м), сильно заросшее водной растительностью. Для Галичского озера характерны высокопродуктивные свойства, уникальные для пресноводных водоемов умеренной зоны. Историческая стабильность и крайне высокие показатели промысловой рыбопродуктивности определяются экологической уникальностью водоема: обширное, мелководное озеро с большими площадями для нереста и нагула молоди рыб. Кроме того, озеро хорошо прогревается, что создает благоприятные условия для жизни рыб (Отчет ГосНИОРХ, 2011). Отмечается специфичность механизмов формирования и поддержания структуры популяций массовых видов и ихтиоценоза в целом (Печников, 1981; Терещенко, 2005). Галичское озеро - уникальный водоем, который многие десятилетия подвергался мощному промысловому давлению, сохранив при этом высокую численность и биомассу рыб. Основу рыбного населения в озере по биомассе в настоящее время создают 2 вида – лещ (57,7%) и плотва (29,1%). Велика доля в сетных уловах леща (12,6%), щуки (6,1%) и судака (4,6%). Остальные виды рыб (линь, карась, ерш, уклейка, окунь и густера) являются второстепенными промысловыми объектами. Данные о бедности зообентоса в озере подтверждают тот факт, что взрослые особи леща в основном нагуливаются вне озера. Из-за организационных моментов промысел на озере в последние годы незначительный (Отчет ГосНИОРХ, 2011).

Чухломское озеро – второе по величине в Костромской области наряду с Галичским, издревле было одним из важнейших рыбопромысловых водоемов. Изучение Чухломского озера насчитывает многовековую историю (Лебедев, 1958). Периодически в озере возникают заморы, вызванные сочетанием плохого газового режима из-за разложения органического вещества и низкого уровня воды в осенне-зимний период. Видовой состав ихтиофауны озера представлен девятью видами, относящимися к 4 семействам. Доминирующими в водоеме в настоящее время являются плотва, окунь, щука, верховка. В настоящее время промысел на водоеме не ведется, но оно является одной из акваторий любительского рыболовства жителей Костромской области (Отчет ГосНИОРХ, 2011).

В жизни рыб личиночный период играет большую роль и часто определяет запасы рыб, динамику численности поколений. Обеспеченность личинок пищей в водоеме - один из важнейших моментов биологии рыб этого периода; вот почему необходимо знать характер питания личинок (Руководство..., 1961). Кроме того, невозможно ответить на вопросы, касающиеся промышленного рыболовства и развития биосистемы, без исследования обеспеченности пищей рыб в водоеме (Никольский, 1974).

Материал и методы

Материал для изучения питания молоди рыб был собран в июне 2012 г. в озерах Чухломском и Галичском. Отлов производился активными методами лова - мальковой волокушей с раскрытием 5х30 м с размером ячеи 6 мм. Выловленных рыб фиксировали 2-3%-ным раствором формалина. При камеральной обработке отловленная молодь рыб определялась до вида, после чего использовалась стандартная счетно-весовая методика исследования питания рыб (Руководство..., 1961).

При определении интенсивности питания применялся индекс наполнения пищеварительного тракта – отношение массы пищи, находящейся в пищеварительном тракте, к массе тела, выраженное в промилле (‰). Этот индекс характеризует накормленность рыбы в данный момент (Анисимова, Лавровский, 1991). Для количественного выражения степени сходства состава пищи разных видов рыб использовался индекс пищевого сходства (ИПС) А.А. Шорыгина (Руководство..., 1961).

Всего просмотрено и изучено на предмет питания более 100 экз. молоди рыб в обоих озерах.

Результаты и обсуждение

Галичское озеро. В ходе данной работы в мае 2012 г. в оз. Галичском были отловлены и изучены 68 экз. следующих видов рыб: лещ (*Abramis brama*), плотва (*Rutilus rutilus*), уклейка (*Alburnus alburnus*).

Как известно, размножение леща происходит в мае-июле (Мэйтленд, 2009). Средняя длина рассмотренных личинок рыб составила 9 мм; на данном этапе развития личинки только начинают переходить к потреблению внешней пищи (Коблицкая, 1981). В связи с этим в питании личинок леща большую роль играют планктонные организмы мелкого размера. Анализ содержимого пищеварительных трактов изученных рыб показал, что основу пищи составляют коловратки, среди которых преимущественно потреблялись *Keratella cochlearis* и *Brachionus diversicornis* (см. таблицу). Индекс наполнения пищеварительного тракта был равен 5,7‰, что свидетельствует о низкой интенсивности питания личинок леща в данный период.

Размножение плотвы происходит в мае-июне, средний размер личинок составил 16 мм. На данном этапе развития личинки рыб полностью переходят на внешнее питание и, учитывая размер, могут питаться более крупными организмами. Среди рассмотренных видов рыб в Галичском озере личинки плотвы характеризуются наиболее интенсивным питанием, общий индекс наполнения составил 47,8‰. Спектр питания личинок состоял в основном из планктонных рачков *Cladocera* (95% от среднего веса пищевого комка), среди них в наибольшем количестве обнаружены рачки рода *Bosmina*, а также *Alona* sp., *Chydorus spaericus*, *Daphnia* sp. Кроме того, в меньшем количестве потреблялись коловратки (4%) и копеподы (1%).

Состав пищи отдельных видов молоди рыб в Галичском и Чухломском озерах в июне 2012 г. (в % по весу)

Объект питания	Галичское озеро			Чухломское озеро			
	лещ	плотва	уклейка	лещ	плотва	язь	окунь
Rotifera	100	4	0	0	0,4	1	0
род <i>Asplanchna</i>	0,1	-	-	-	0,4	-	-
род <i>Brachionus</i>	22	4	-	-	-	1	-
<i>Keratella quadrata</i>	77,9	-	-	-	-	-	-
Cladocera	-	95	93,6	0	74,2	99	88,8
<i>Alona affinis</i>	-	4	-	-	-	5,2	-
<i>Bosmina longirostris</i>	-	73,7	21,9	-	74,2	-	-
<i>Bosmina longispina</i>	-	16,5	2,8	-	-	-	-
<i>Ch. sphaericus</i>	-	0,1	-	-	-	71,9	0,4
<i>Daphnia cucullata</i>	-	0,7	50	-	-	21,7	87,7
<i>Leptodora kindtii</i>	-	-	-	-	-	0,2	0,1
<i>Sida cristallina</i>	-	-	18,9	-	-	-	0,7
Copepoda	-	1	6,4	100	25,4	0	11,2
<i>Cyclops</i> sp.	-	1	-	100	25,4	-	11,2
<i>Mesocyclops</i> sp.	-	-	6,4	-	-	-	-
Всего	100	100	100	100	100	100	100
Общие индексы наполнения, ‰	5,7	47,8	15,8	16	14,5	93,7	15
Количество пустых желудков	0	0	0	0	0	0	0
Количество рыб	19	25	24	10	18	7	13
Средняя длина тела, мм	9	16	14	9	8	14	17

Средний размер изученных личинок уклейки составил 14 мм. Питание этого вида рыб характеризуется средней интенсивностью (15,8‰) и отличается отсутствием в рационе коловраток. Пища в основном состоит из ветвистоусых рачков (93,6% от среднего веса пищевого комка), преимущественно крупных видов, таких как *Daphnia cucullata* (50%) и *Sida cristallina* (18,9%). В пище личинок уклейки меньшее значение имеют представители крупного вида копепоид *Mesocyclops* sp. (6,4%).

Анализ данных, полученных при вычете индекса пищевого сходства (ИПС), показал, что между личинками уклейки и леща конкуренция отсутствует, их рационы не совпадают. При сравнении питания плотвы и леща ИПС равен 5, что говорит о низком уровне пищевой конкуренции данных видов. Индекс пищевого сходства плотвы и уклейки равен 13,2, т.е. пищевые спектры пересекаются, но незначительно. Это связано с тем, что уклейка на данном этапе развития предпочитает потреблять более крупные виды планктонных рачков в отличие от плотвы, которая в основном поедает рачков рода *Bosmina*.

Озеро Чухломское. В озере на предмет питания изучено 53 экз. личинок следующих видов рыб: лещ (*Abramis brama*), плотва (*Rutilus rutilus*), окунь (*Perca fluviatilis*), язь (*Leuciscus idus*).

Средний размер личинок леща, как и в оз. Галичском, был равен 9 мм. Интенсивность питания можно охарактеризовать как среднюю (16‰0). В пищеварительных трактах всех рассмотренных личинок был обнаружен только один компонент - *Cyclops* sp. (*Coepoda*).

Личинки плотвы в Чухломском озере мельче, здесь средняя длина тела рыб составляла 8 мм; с этим, видимо, связан невысокий показатель интенсивности питания (14,5‰0). Пищевой спектр достаточно узкий при видовом разнообразии кормовых объектов. В пищевом комке преобладал один вид ветвистоусых рачков - *Bosmina longirostris* (74,2% от среднего веса пищевого комка). Кроме того, личинки плотвы потребляли веслоногих рачков (25,4%) и в наименьшем количестве – коловраток рода *Asplanchna* (0,4%).

Из рассмотренных личинок рыб в озере самыми крупными были личинки окуня, средняя длина тела которых составляла 17 мм. Интенсивность питания данного вида невысокая (ИН = 15‰0), при этом пищевой спектр достаточно широкий и включает пять видов организмов, относящихся к двум отрядам. Доминирующее положение занимали ветвистоусые рачки (88,8% по весу), из них основным кормовым объектом являлись дафнии (*Daphnia* sp.), в незначительном количестве встречаются крупные планктонные организмы, такие как *Leptodora kindtii* и *Sida cristallina*. Из копепоид в пищеварительном тракте личинок окуня обнаружены только *Cyclops* sp. (11,2%).

Средняя длина личинок язя в Чухломском озере в рассматриваемый период составляла 14 мм. Личинки отличались высокой интенсивностью питания – индекс наполнения был равен 93,7‰0. Основой питания являлись ветвистоусые рачки и в незначительном количестве коловратки. Так, преобладающую роль в пищевом спектре личинок язя играли такие виды, как *Chydorus sphaericus* (71,9%), *Daphnia* sp. (21,7%), *Alona affinis* (5,2%), *Leptodora kindtii* (0,2%). Доля коловраток от среднего веса пищевого комка составляла 1%.

В Чухломском озере наблюдается пищевая конкуренция между личинками леща и плотвы (ИПС = 40) и леща и окуня (ИПС = 48,4). Незначительная пищевая конкуренция личинок окуня отмечена с личинками язя (ИПС = 5,2).

Заключение

Таким образом, в пищевом рационе молоди рыб в Галичском озере насчитывается десять представителей планктонных организмов, в Чухломском - восемь. В обоих озерах личинки рыб в основном питаются ветвистоусыми рачками.

В Галичском озере степень накормленности у личинок плотвы выше, в Чухломском наиболее интенсивно питается молодь язя.

Питание личинок леща в Галичском и Чухломском озерах различно, несмотря на одинаковую стадию развития и длину тела, что связано, видимо, с условиями кормовой базы.

Полученные сведения указывают на отсутствие пищевой конкуренции у молоди рассмотренных видов рыб в оз. Галичском. В Чухломском озере между некоторыми видами (лещ, окунь, плотва) существует незначительная конкуренция за кормовые ресурсы (в основном из-за рачков *Cyclops* sp.). Учитывая ихтиологические данные, свидетельствующие о том, что плотва и окунь являются доминирующими видами в водоеме, а численность леща стабильно невелика, существующий уровень конкуренции незначительно влияет на популяции данных видов.

Таким образом, отсутствие пустых пищеварительных трактов, показатели индексов наполнения и низкий уровень межвидовой конкуренции у изученных рыб свидетельствуют о том, что в Галичском и Чухломском озерах имеются благоприятные условия для нагула и роста молоди рыб. Тем самым полученные данные подтверждают большую роль этих озер как воспроизводственных и нагульных (для молоди) водоемов.

Литература

- Анисимова И.М., Лавровский В.В.* Ихтиология. Учебник для вузов, 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 288 с.
- Атлас пресноводных рыб России. В 2 т. Т. 2. / Под ред. Ю.С. Решетникова. - М.: Наука, 2002. - 379 с.
- Балушикина Е.В. Винберг Г.Г.* Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных // Общие основы изучения водных экосистем. - 1979. - С. 169-172.
- Коблицкая А.Ф.* Определитель молоди пресноводных рыб. - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 208 с.
- Лебедев Г.И.* Чухломское озеро и его исследователи. – Чухлома, 1958. - 703 с.
- Мэйтленд П.С., Линсел К., Сиделева В.* Атлас рыб: Определитель пресноводных видов Европы/ СПб.: Амфора. ТИД Амфора, 2009. – 287 с.
- Никольский Г.В.* Экология рыб. // М: Высшая школа, 1963. - 368 с.
- Отчет ГосНИОРХ. Оценить состояние запасов водных биологических ресурсов, разработать рекомендации по их рациональному использованию, подготовить материалы, обосновывающие объемы ОДУ и возможного вылова на 2012 г. в пресноводных водоемах европейской части России. - Нижний Новгород, 2011. – 228 с.
- Печников А.С.* Ихтиомасса как показатель биопродукционных возможностей озер Галичского и Чухломского // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. - 1981. - Вып. 164. - С. 75-83.
- Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях / под ред. Павловского Е.Н. – М., 1961. – 263 с.
- Тереженко В.Г.* Динамика разнообразия рыбного населения озер и водохранилищ России и сопредельных стран. Автореф. докт. дис. – СПб., 2005.

FOOD OF JUVENILE FISH SPECIES IN LAKE GALICHSKOYE AND LAKE CHUHLOMSKOYE (KOSTROMA REGION)

N.A. Darsia

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Saint-Petersburg, darsia.nn@gmail.com

Some species of young fish living in Lakes Chuhlomskoye and Galichskoye (Kostroma region) have been studied. The features of their nutrition and food relationship were considered. The degree of similarity of the food and competition for food fish larvae in lakes have been analyzed. It was found that in both lakes, the major component of food fish larvae were cladocerans. In both lakes there was a small food competition between different species of fish larvae. It is concluded that the Lakes Chuhlomskoye and Galichskoye have the favorable conditions for the feeding and growth of juvenile fish considered.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ РЫБОЗАЩИТНОГО УСТРОЙСТВА ТИПА «ВОДО-ВОЗДУШНАЯ ЗАВЕСА» НА ВОДОЗАБОРЕ НЕВИННОМЫССКОЙ ГРЭС

Д.В. Дахова^{1,2}, Н.Н. Михайлов²

¹ Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова ФГБОУ ВО «ДГАУ», г. Новочеркасск

² ООО «Осанна», г. Энгельс, Саратовская обл., osannass@mail.ru

Вода и многочисленные ее обитатели являются всенародным достоянием. Забота об этом богатстве должна быть постоянной и разумной. От рационального использования водных ресурсов, от бережного, экономного отношения к ним зависят не только экономическое развитие, но также, в первую очередь, естественный баланс экосистемы.

Отрицательной стороной развития промышленного и сельского хозяйства для водной экосистемы и ее обитателей являются загрязнение и нерациональный отбор воды на производственные и бытовые нужды. В целях поддержания экологического баланса водоемов российское природоохранное законодательство предусматривает требование оснащения головных насосных станций устройствами, обеспечивающими отвод рыбной молоди из водозаборного потока с условием сохранения ее жизнеспособности и способности к воспроизводству.

Выравнивающее водохранилище ГЭС-4, на котором находится Барсучковский водозабор, входит в систему водотоков Большого Ставропольского канала (рис. 1), протяженность которого равна 480 км. Он использует воду рек Кубань, Терек и Кума для водоснабжения центральной, северо-восточной и восточной частей Ставропольского края. Канал начинается от плотины Усть-Джегутинского водохранилища, расположенной на р. Кубань у г. Усть-Джегута. В летний период расход Большого Ставропольского канала доходит до 180 м³/с. Примерно 115 м³/с используется на орошение и обводнение засушливых земель, часть этой воды через ГЭС-3 сбрасывается в водохранилище Красное, а затем по Барсучковскому каналу поступает в выравнивающее водохранилище, расположенное перед ГЭС-4, и на ГЭС-4. В нижнем бьефе ГЭС-4 находится выравнивающее водохранилище, из которого забирает воду Барсучковский водозабор Невинномысской ГРЭС. Основная масса воды из водохранилища по поверхностному водосливу сбрасывается в р. Барсучки–2 и возвращается в р. Кубань.

Барсучковский водозабор расположен в конце подводящего канала, берущего начало от выравнивающего водохранилища ГЭС-4 каскада кубанских ГЭС. Длина канала 900 м, минимальная глубина – 3, максимальная – 4,6 м. Колебания уровня в подводящем канале происходят ежедневно из-за суточного регулирования на ГЭС-4. Величина средних скоростей при расчётном расходе 34 м³/с составляет 0,42 м/с при НПУ и 0,83 м/с – при УМО.

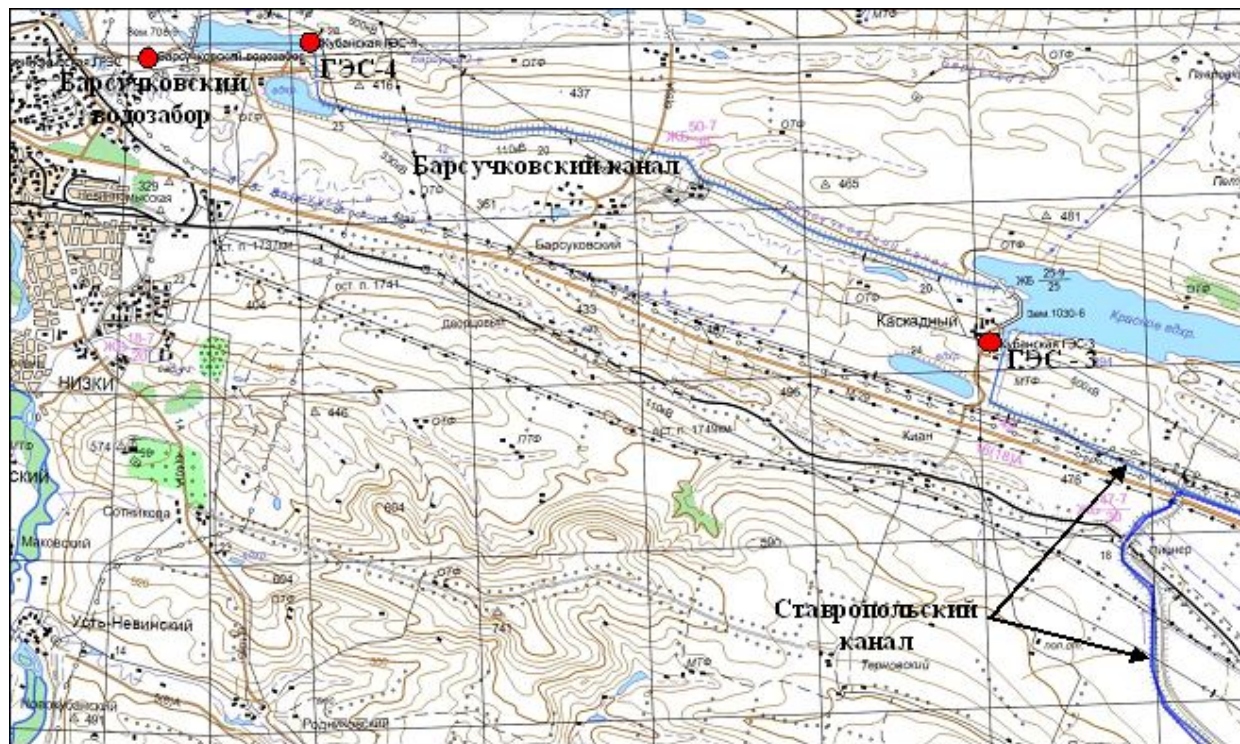


Рисунок 1. Ситуационный план – схема района размещения Барсучковского водозабора

Забор воды осуществляется железобетонной 4-секционной камерой сеток (рис. 2). В каждой секции размещены вращающиеся водоочистные сетки ТН-3000 с наружным подводом воды. Для промывки водоочистных вращающихся сеток, для опорожнения камер, промывки порога и дна камер от наносов используется дренажно-промывная система, состоящая из 2 насосов со сбросом промывных вод по коллектору в р. Барсучки. Подача воды на ГРЭС осуществляется по двум самотечным ниткам водоводов длиной 4 км.

Водозабор оборудован рыбозащитным устройством типа «водо-воздушная завеса», которое разработано и построено фирмой «ИНТРЭК». Рыбозащитное устройство состоит из двух водоподводящих коллекторов, размещенных на дне аванкамеры, на которых установлены азрирующие блоки со струйными коллекторами (рис. 3).



Рисунок 2. Барсучковский водозабор Невинномысской ГРЭС (общий вид)

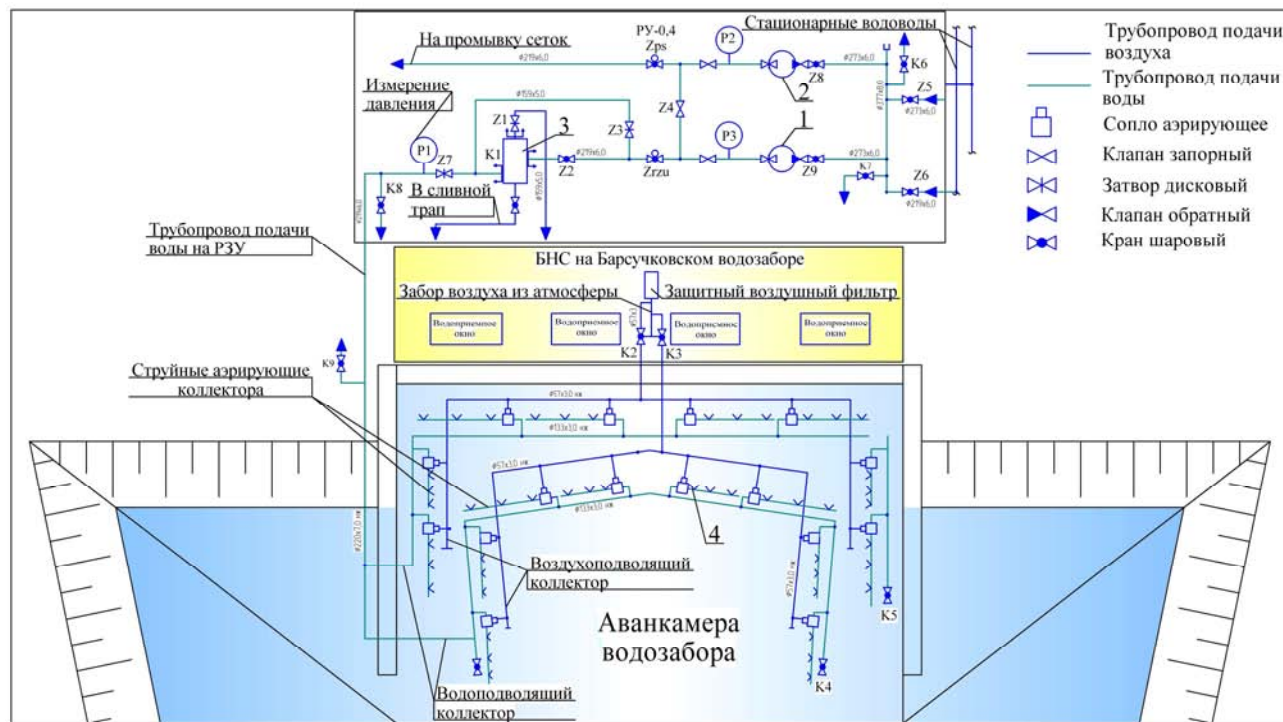


Рисунок 3. План-схема размещения РЗУ на Барсучковском водозаборе

Один водоподводящий коллектор уложен вдоль водозаборных окон и подпорных стенок водоприемной части водозабора. При его работе образуется основной рыбозащитный фронт водо-воздушной завесы. Второй коллектор, при работе которого создается рыбоотводящий фронт, состоит из четырех частей, уложенных под углом к коллектору рыбозащитного фронта. Рыбоотводящий и рыбозащитный фронт образуют V-образные лучи, расходящиеся от центра водозаборного фронта. По мнению авторов проекта, такая компоновка элементов РЗУ должна «обеспечивать отвод молоди рыб на поверхности водоема из зоны водоприемных окон водозабора в обе стороны защищаемого фронта».

Для работы рыбозащитного устройства на аэрирующие блоки насосом подается вода с расходом $350 \text{ м}^3/\text{ч}$ под давлением $0,74 \text{ МПа}$. При подаче воды в водоподводящие коллекторы аэрирующие блоки создают воздушно-водяную смесь, которая должна образовать водо-воздушную завесу по всему водозаборному фронту. Забор атмосферного воздуха для подачи его к аэрирующим блокам осуществляется по отдельному трубопроводу.

Ихтиофауна выравнивающего водохранилища сформирована за счет видов, привнесенных по Барсучковскому каналу из водохранилища Красное, из рек Кубань и Барсучки, представлена более 25 видами рыб. Основными видами являются сазан, серебряный карась, лещ, судак, краснопёрка, кубанский усач, кубанский подуст, густера, тарань, линь, уклейка, плотва, щука, окунь,

сом, пескарь обыкновенный, голавль, ёрш, игла-рыба, северокавказская щиповка.

Особенность сезонной динамики покатной миграции - это резкое изменение ее продолжительности. Если в реке скат молоди длится всего 2-3 месяца, то в водохранилище он идет круглогодично (Отчет итоговый..., 2010).

Исследования рыбозащитного устройства проводились в рамках производственного экологического контроля в соответствии с Рабочей программой, согласованной с Росрыболовством, в период с 16.12.2013 г. по 19.09.2014 г.

При оценке технического состояния и работоспособности водо-воздушной завесы были выявлены следующие недостатки:

а) отсутствуют приборы контроля технических параметров водопотребления РЗУ и расхода воздуха, потребляемого на образование завесы (не предусмотрены проектом);

б) наблюдаются сбои в работе насосов водоснабжения РЗУ, что приводит к нарушению технологического режима работы РЗУ. При промывке вращающихся водоочистных сеток в количестве 4 шт. давление в напорном трубопроводе насоса падает, в результате чего водо-воздушная завеса не образуется;

в) скорости течения перед водоприемными окнами, в зоне работы водо-воздушной завесы и в подводящем канале водозабора, превышают критические скорости для молоди рыб – 0,20 м/с;

г) при проектировании не были учтены гидравлические условия работы водоприемной части водозабора, что привело к нарушению пространственного распределения водо-воздушной завесы (Михайлов, 2014).

За счет сброса по одному из водоводов горячей воды в зимнее время и большого различия расходов воды, забираемой по водоводам в безледовый период, в аванкамере водозабора образуются сбойные течения, в результате чего происходят нарушения целостности водо-воздушной завесы. Основная масса пузырьков распределяется вдоль подпорных стенок водоприемной части водозабора. В центральной части водоприемника пузырьки распределяются хаотично по всей поверхности, при этом основная их масса сваливается в водозаборные окна.

Определение функциональной эффективности проводилось методом сравнения результатов наблюдений за попаданием рыб в водозабор, оборудованный РЗУ и работающий без него (Экспресс-методика..., 2002). Общей формулой расчета функциональной эффективности РЗУ является:

$$K_{эф} = \frac{N_0 - N}{N_0} * 100\% ,$$

где N_0 – число рыб, попавших в водозабор, не оборудованный РЗУ;

N – число рыб, попавших в водозабор, оборудованный РЗУ.

Учет рыб, попавших в водозабор, производился на вращающихся водоочистных сетках. Ловушки стационарно устанавливались на сбросном коллекторе промывной воды двух работающих сеток. Содержимое ловушек проверялось четыре раза в сутки. При работе водозабора при отключенном РЗУ вращающиеся сетки промывались постоянно, а при работе с РЗУ – каждый час в течение 12 мин. (3 оборота сетки). Таким образом, учитывалась вся рыба, попавшая в водозабор в период проведения исследований. Кроме того, ежедневно проводилось по два траления мальковой ловушкой ИКС-80 в аванкамере водозабора. Скорость траления – 0,45–0,5 м/с.

Результаты подсчета рыб на вращающихся сетках при работающем и выключенном РЗУ используются как исходные данные по попаданию рыб в водозабор, соответственно, оборудованный и не оборудованный РЗУ. Результаты тралений мальковой ловушкой в аванкамере водозабора предполагалось применять для оценки скоплений рыб перед работающим РЗУ, которые могут образоваться как следствие задержания или привлечения рыб водо-воздушной завесой (Михайлов, 2014). Однако за весь период исследований траления перед водозабором не принесли результатов, что объясняется очень низкими концентрациями рыб в водозаборном потоке.

В зимний период с 16 по 20 декабря 2013 г., с 17 по 21 февраля и в ранневесенний с 31 марта по 5 апреля 2014 г. проведено по четыре суточных станции. Производительность водозабора в это время была 11-16 м³/с. Всего за этот период осуществлено 12 суточных станций, в том числе шесть при работе водозабора с РЗУ и шесть - при работе водозабора с выключенным РЗУ. За этот период на сетках было учтено всего 32 экз. рыб 7 видов (уклейка, лещ, судак, карась, окунь, плотва и бычок), а их концентрация в водозаборном потоке колебалась от 0,12 в феврале до 1,87 экз/100 000 м³ воды в апреле.

В связи с низкой численностью рыб, попадающих в водозабор, случайным характером попадания их туда и отсутствием данных по выживаемости рыб определить эффективность работы РЗУ не представилось возможным. Необходимо отметить, что в этот период концентрация рыб в водозаборном потоке при работе РЗУ была всегда выше, чем при работе водозабора без РЗУ. Однако можно с полной уверенностью утверждать, что в зимний период Барсучковский водозабор оказывает минимальное влияние на состояние рыбного населения выравнивающего водохранилища (Михайлов, 2014).

При проведении наблюдений в мае вышел из строя насос, подающий воду на РЗУ и промывку вращающихся сеток, и 14 мая водо-воздушная завеса была отключена. После ремонта насоса 16 мая РЗУ было включено и проработало 8 ч, а затем отключено из-за перегрева подшипников двигателя насоса. В связи с этим были проведены только одна суточная станция при работающем РЗУ и две суточные станции при работе водозабора без РЗУ.

В мае концентрация рыб в водозаборном потоке резко возросла и составляла в дневное время 51,8–116,6 экз./100 000 м³, а в ночное время - 20,8–63,4 экз. В светлое время суток в водозабор попадало примерно в два раз больше лсбнй, чем в сумеречно-ночное. Такая суточная динамика попадания рыб в водозабор не характерна для водозаборов и, по-видимому, связана с суточным режимом работы выравнивающего водохранилища и ГЭС-4.

Основная масса рыб, учтенных на вращающихся сетках, приходилась на карася – 82,4, судака – 12,1 и уклею – 4,8%. Остальные виды рыб (лещ, густера, плотва, окунь и бычок) были представлены в пробах единичными экземплярами и составляли около 0,7% от числа учтенных рыб. Особи карася имели хорошо выраженные характерные признаки истощения. Кроме того, 90-95% рыб всех видов, попадающих в водозабор, имело травмы, несовместимые с жизнью.

В июле производился гарантийный ремонт оборудования рыбозащитного устройства. С 1 по 3 июля проведено три суточных станции по наблюдению за попаданием рыб в водозабор при неработающей водо-воздушной завесе.

В июле массовое попадание карася в водозабор прекратилось, и концентрация рыб в водозаборном потоке снизилась. В дневное время содержание рыб колебалось в пределах 22,8-47,7 шт./100 000 м³, а в ночное - 18,1-20,7 шт. Наиболее массовыми видами были судак – 62,9%, уклею – 16,7, карась – 10,3 и бычок - 7,0% от общего числа рыб. Попадание особей плотвы в этот период

не зафиксировано. Особи карася, как и раньше, были истощены и имели травмы. У судака, уклейки и окуня травмы наблюдались не более чем у 10% особей.

В сентябре проведено четыре суточные станции, в том числе: две при работе водозабора без РЗУ и две с РЗУ. В это время дневные концентрации рыб в водозаборном потоке колебались в пределах 4,40-1,59 шт./100 000 м³, а в ночное – в пределах 0,35-0,77 шт. Наиболее массовыми видами были судак – 58,6, уклейка – 23,3 и карась – 9,5% от общего числа рыб. Особи карася, как и раньше, были истощены и имели травмы. У судака, уклейки и окуня травмы наблюдались не более чем у 10% особей

Особи золотого карася, как и раньше, находились в плохом физиологическом состоянии, чем, по-видимому, и объясняется его массовое попадание в водозабор. В связи с этим расчет эффективности работы рыбозащитного устройства Барсучковского водозабора Невинномысской ГРЭС производился по двум видам рыб - судаку и уклейке (см. таблицу).

Эффективность защиты массовых видов рыб с учетом их жизнеспособности рыбозащитным устройством Барсучковского водозабора

Вид рыб	Длина тела, мм	При работе без РЗУ		При работе с РЗУ		Эффективность защиты рыб, %
		экз.	шт./100 000 м³	экз.	шт./100 000 м³	
Май 2014 г. (ночь)						
Судак	17-38	49	6,16	80	5, 97	3,1
Уклейка	25-30	4	0,50	29	4,15	-730,0
Май 2014 г. (день)						
Судак	12-32	28	8,10	50	6,71	17,2
Уклейка	24-40	9	2,60	19	2,82	-8,5
	45-82	9	2,60	15	1,94	25,4
Средневзвешенная суточная в мае						
Судак	12-38	28	6,81	50	6,22	8,7
Уклейка	24-40	9	1,20	48	3,71	-209,2
	45-82	9	0,87	15	0,65	25,4
Сентябрь 2014 г. (ночь)						
Судак	56-154	10	0,31	15	0,73	-135,2
Уклейка	36-54	8	0,25	9	0,20	20,0
Сентябрь 2014 г. (день)						
Судак	56-109	29	3,43	4	0,25	92,7
Уклейка	54-64	5	0,65	6	0,39	40,0
Средневзвешенная суточная в сентябре						
Судак	56-154	39	1,35	19	0,57	57,8
Уклейка	36-64	13	0,38	15	0,26	31,6

Эффективность защиты судака размером 12-38 мм в мае составила 3,1% в ночное время, 17,2% в дневное время и в среднем за сутки 8,7%. В сентябре этот показатель для судака размером 56-154 мм был равен в дневное время 92,7, а в ночное – минус 135,2%, среднесуточная эффективность составила 57,8%.

Эффективность защиты уклейки размером 24-40 мм в мае имела отрицательные значения, т.е. количество рыб, попавших в водозабор, при его работе с РЗУ было в среднем на 135% больше, чем при работе водозабора без РЗУ. В то же время уклейка с длиной тела 45-82 мм защищалась устройством на 25,4%. В сентябре эффективность работы РЗУ для уклейки размером 36-64 мм равнялась 40,0% в дневное время, а в ночное – 20,0%, среднесуточная эффективность составила 31,6%.

Результаты исследований позволяют сделать вывод о низкой эффективности РЗУ и несоответствии требованиям СП 101.1333.2012 «Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения». Актуализированная редакция СНиП 2.06.07-87».

Причинами низкой эффективности рыбозащитного устройства Барсучковского водозабора могут служить как низкая потенциальная эффективность водо-воздушной завесы, так и недостатки конструкции РЗУ, отмеченные в ходе исследований:

а) при проектировании РЗУ не были учтены условия эксплуатации водозабора, в частности, гидравлические условия работы водозабора в месте размещения установки и скорости водозаборного потока в подводящем канале водозабора (по проекту 0,42–0,83 м/с), которые в несколько раз превышают критические скорости течения для защищаемых рыб;

б) для защищаемых рыб не был предусмотрен рыбоотвод от рыбозащитного устройства, размещенного в конце длинного подводящего канала со скоростями водозаборного потока, в несколько раз превышающими критические скорости плавания рыб, что делает невозможным самостоятельный выход рыб из зоны влияния водозабора;

в) в процессе эксплуатации устройства давление в водоподводящем трубопроводе не соответствовало проектным параметрам.

Режим работы РЗУ характеризуется тем, что подходные скорости водозаборного потока перед фронтом водо-воздушной завесы превышают критические скорости для молоди рыб (0,1–0,20 м/с) даже при заборе объемов воды ниже проектных (36 м³/с): при расходе водозабора во время наблюдений 27,4 м³/с значения средней скорости составили 0,24-0,26 м/с.

Важным фактором, нарушающим работу водо-воздушной завесы, является образование водоворотных зон в аванкамере водозабора, в результате чего происходит разрушение целостности завесы. Взаимодействие водозаборного потока и водо-воздушной завесы, состоящей из струй, имеющих кинематические параметры ниже проектного уровня (давление в водоподводящем трубопроводе 6,6–6,8 кгс/см² вместо 9,0), приводит к отклонению завесы в сторону водозабора и ее попаданию в водозаборные окна. Водо-воздушные завесы, формируемые двумя отдельными ветвями водоструйных коллекторов, соединяются между собой на глубине 2,0–2,5 м в одну завесу, отклоняющуюся под действием потока к водозабору.

По вышеперечисленным причинам перед водозабором не происходит образования вальцов восходящего водо-воздушного потока, которые, по мнению авторов проекта, должны создавать «рыбозащитный фронт» и «рыбоотводящий фронт», обеспечивающие отвод молоди рыбы на поверхности водоема из зоны водоприемных окон в обе стороны от «защищаемого фронта». Поэтому водо-воздушная завеса не выполняет рыбозащитные функции, которые были заложены в основу проекта РЗУ Барсучковского водозабора.

Основными рекомендациями, направленными на повышение функциональной эффективности РЗУ, являются: вынос водо-воздушной завесы за пределы водоворотных зон, образующихся в аванкамере водозабора, и устройство в составе РЗУ рыбоотвода для отвода рыб в р. Барсучки. Необходимость применения в составе водо-воздушной завесы поверхностного рыбоотводящего потока до обитаемой зоны водоема отмечают исследователи данного типа РЗУ (Булгаков и др., 2010). Но даже при таком решении вопроса остаются большие сомнения в достижении нормативной эффективности, так как устройство типа «водо-воздушная завеса» обладает низким рыбозащитным потенциалом (Мишелович и др., 2015).

Выравнивающее водохранилище ГРЭС-4, входящее в систему водотоков Большого Ставропольского канала, является технологическим водоемом каскада кубанских ГЭС и непригодно для ведения рыбохозяйственной деятельности. Основываясь на результатах исследований, свидетельствующих о резких суточных колебаниях уровня и практически полном отсутствии личинок и ранней молоди рыб в водозаборе, можно сделать вывод, что в водохранилище отсутствуют условия для нормального нереста и нагула рыб. Кроме того, через систему водотоков каскада кубанских ГЭС в водохранилище попадает большое количество нежизнеспособных и мертвых рыб, которые могут быть причиной возникновения в водоеме эпизоотий. Из данных факторов в водохранилище складываются крайне неблагоприятные условия для обитания рыб.

Исходя из этого основная причина гибели рыб в выравнивающем водохранилище связана с работой сооружений каскада кубанских ГЭС. В связи с этим дальнейшие усилия целесообразней направить на выявление и устранение этих причин.

Литература

Булгаков Б.Б., Булгаков А.Б., Приймак В.А., Романцов В.П., Галицын В.В., Гурвич Г.А. Особенности применения рыбозащитных устройств // Збірник «Науковий вісник Національного технічного університету України». Серія «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження». – Киев: Київський політехнічний інститут, 2010.

Михайлов Н.Н. Результаты исследований по определению эффективности РЗУ типа «водо-воздушная завеса» в зимне-весенний период на Барсучковском водозаборе Невинномысской ГРЭС / Материалы Междунар. науч. конф., посвященной 100-летию ГосНИОРХ «Рыбохозяйственные водоемы России: фундаментальные и прикладные исследования». – СПб.: ООО «Процвет», 2014. – С. 1022-1031.

Мишелович Г.М., Михеев П.С., Салиенко С.Н., Эрслер А.Л. О возможности использования воздушно-пузырьковой завесы в качестве рыбозащиты // Рыбное хоз-во. - 2015. - № 6. – С. 98-99.

Отчет итоговый «Разработать рыбоводно-биологическое обоснование (РБО) рыбозащитного устройства типа водо-воздушной завесы с использованием аэрирующих сопел и аэрирующих коллекторов для Барсучковского водозабора филиала «Невинномысская ГРЭС» ОАО «Энел ОГК-5». – М., ООО «Фирма ИНТРЭК», 2010.

СП 101.13330.2012 «Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.06.07-87».

Экспресс-методика по определению функциональной эффективности рыбозащитных сооружений на водозаборах. – М., ЦУРЭН, 2002. – 43 с.

INVESTIGATION OF WORK OF FISH PROTECTION FACILITY “AIR-WATER SCREEN” AT WATER INTAKE OF NEVINNOMISSKAYA POWER PLANT

D.V. Dahova^{1,2}, N.N. Mihailov²

¹ *Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute, Novocherkassk*

² *LLC Osanna, Engels, osannass@mail.ru*

In the article there are results of the investigation of work of fish protection facility “air-water screen” at Barsuchkovskiy water intake of Nevinnomisskaya power plant. The efficiency of the examined fish protection facility type is evaluated.

ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЛОМЕТРИИ ПЕСЧАНОЙ РАКУШКИ – МИИ (*MYA ARENARIA* L.), АККЛИМАТИЗИРОВАННОЙ В ЧЁРНОМ МОРЕ

О.Д. Жаворонкова, Н.В. Чибич

Кафедра водных биоресурсов и марикультуры ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», Керчь
javoronckova.olia@yandex.ua, chibich@mail.ru

Песчаная ракушка – мия (*Mya arenaria* L., 1758) широко распространена в литоральной зоне бореальных и северных морей Атлантического и Тихого океанов. Во второй половине 60-х гг. прошлого века в процессе аутоакклиматизации этот моллюск появился и в Черном море (Бешевли, Колягин, 1967). За короткий период этот вид широко распространился не только в Приднепровском районе бассейна, но и в Днестровско-Дунайском междуречье, а также на побережья Румынии, Болгарии, а затем через Керченский пролив (Белфастова и др., 2002) проник в Азовское море (Савчук, 1980).

Мия – это зарывающийся в грунт на глубину 30-40 см двустворчатый моллюск, который благодаря своему длинному сифону поддерживает связь с внешней средой. Через него осуществляются все основные физиологические процессы: дыхание, питание, выделение и размножение. Во многих странах этот вид является не только объектом промысла, но и объектом культивирования (All production..., 2007). Высокая скорость размножения, быстрый рост, адаптация к новым условиям обитания делают мию удобным видом для промышленного выращивания.

Известно, что скорость роста массы является наиболее важным показателем продукционного потенциала популяций гидробионтов (Мина, Клевезаль, 1976). При анализе закономерностей роста и продукции моллюсков большое значение имеет изучение особенностей относительного (аллометрического) роста различных частей тела. Такие исследования представляют определенный научный интерес, в частности, для понимания адаптивного характера изменчивости моллюска в онтогенезе при различных экологических условиях.

В задачу настоящей работы входило изучение морфометрических характеристик роста отдельных частей тела мии в Керченском проливе.

Работу проводили в водоемах вблизи Керченского пролива в течение мая-октября 2012-2013 гг. при солености 9,1-11,3‰. Собранных моллюсков подвергали полному биологическому анализу. Измеряли длину (L, мм), высоту (H, мм), выпуклость (толщину или ширину - D, мм). Одновременно с этим определяли общую (живую) массу моллюска (W, г), массу раковины (W_г, г) и мягких тканей тела (W_м, г). Длина моллюсков варьировала в пределах от 6 до 78 мм, индивидуальная масса - от 0,07 до 73,1 г.

Связь между различными частями тела мии аппроксимировали линейным уравнением: $y = a + b \cdot x$ и степенной функцией: $y = a \cdot x^b$, где x и y – исследуемые параметры моллюска, a – коэффициент пропорциональности при $x = 1$, b – коэффициент регрессии (тангенс угла наклона). Кроме того, определяли среднее значение и стандартное отклонение показателей формы раковины – вытянутости (H/L) и сагиттальной (D/L) кривизны и относительной массы раковины. Всего морфологическому анализу подвергнуто 76 моллюсков.

Анализ сопряженных изменений длины раковин мии показал (рис. 1, кривая 1), что связь между этими показателями хорошо описывается линейным уравнением:

$$H = 0,664 \cdot L - 0,530, R^2 = 0,981. \quad (1)$$

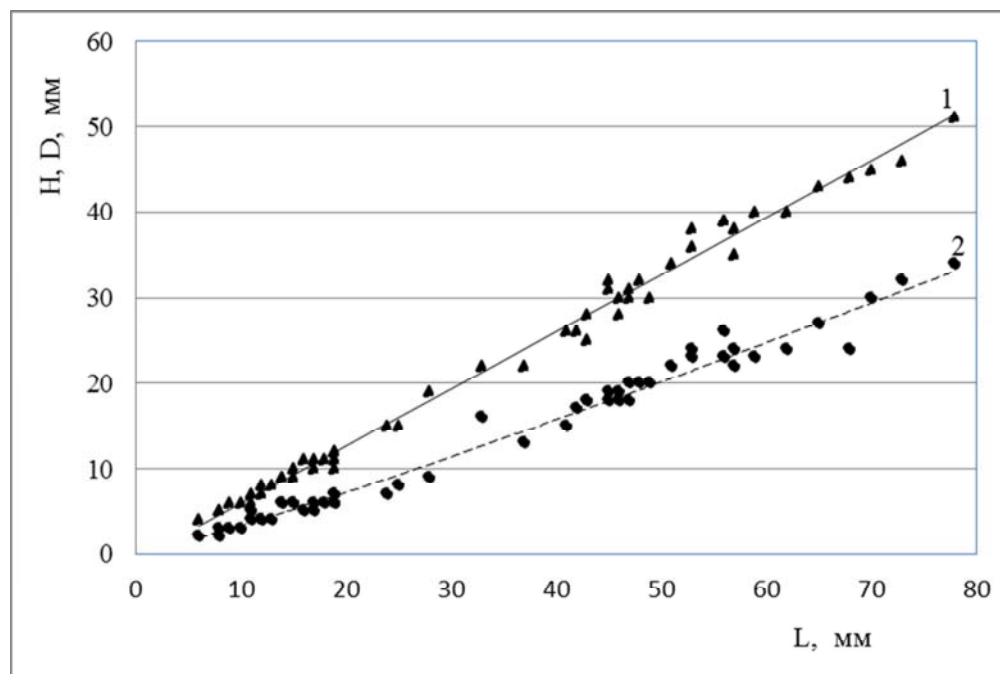


Рисунок 1. Зависимость высоты H (1) и толщины D (2) от длины (L, мм) раковины мии

Данные на этом графике можно описать и степенной функцией с коэффициентами a и b , равными, соответственно, 0,571 и 1,033. В то же время высота раковины относительно длины тела составляла 0,643 (64,3%) со стандартным отклонением (S), равным 4,59%, и варьированием минимальных и максимальных значений в пределах 52,6-79,6%. Полученные данные согласуются с другими работами по мии Черного моря, в которых показано, что этот индекс составляет 60,7-62,7%, и лишь в одном случае он был ниже 60% (Савчук, 1976).

Зависимость ширины раковины (выпуклости - D) от длины раковины у мии несколько отличалась от связи длины с высотой моллюска (см. рис. 1, кривая 2). Связь между указанными переменными наиболее точно выражалась степенной функцией:

$$D = 0,230 \cdot L^{1,157}, R^2 = 0,976 \quad (2)$$

Её можно описать и линейным уравнением, где значения *a* и *b* соответственно составляли величину 1,780 и 0,468 (*r* = 0,95). В то же время анализ среднего значения относительной выпуклости раковины был равен 0,405 (40,5%), где значение S составляло 0,0648, с колебанием минимальных и максимальных значений - 0,250-0,566 (25,0–56,6%).

Эти данные достаточно близки к материалам М.Я. Савчука (1976, 1980), который привел их для нескольких популяций мии, у которых отношение высоты к длине в среднем колебалось в пределах 33,4–41,7%. В целом же, анализируя полученные данные, можно видеть, что толщина створок изменялась сильнее, чем другие рассматриваемые параметры, и с возрастанием длины наблюдалась значительная положительная аллометрия.

Параллельно с линейными характеристиками нами были изучены размерно-массовые соотношения у данного вида. Статистический анализ показал, что, как и у других видов моллюсков, связь высоты с массой мии описывалась уравнением параболы (рис. 2):

$$W = 3,21 \cdot 10^{-4} \cdot L^{2,86}, R^2 = 0,980. \quad (3)$$

Из рис. 2 и уравнения (3) видно, что имеет место отчетливо выраженная отрицательная аллометрия – с возрастом коэффициент регрессии значительно меньше 3, т.е. индивидуальная масса моллюсков несколько отстает от скорости линейного роста моллюска. Следует отметить, что связь длины с массой тела может существенно варьировать в зависимости от условий обитания. Температура, соленость, трофические условия, содержание растворенного кислорода в воде, особенности субстрата, а также другие факторы могут влиять на скорость роста массы моллюска. Так, в работе Н.В. Максимовича (1989), проводившего исследование на мии Белого моря, было показано, что связь между длиной и массой описывается уравнением:

$$W = 1,7 \cdot 10^{-4} \cdot L^{2,77} \quad (4)$$

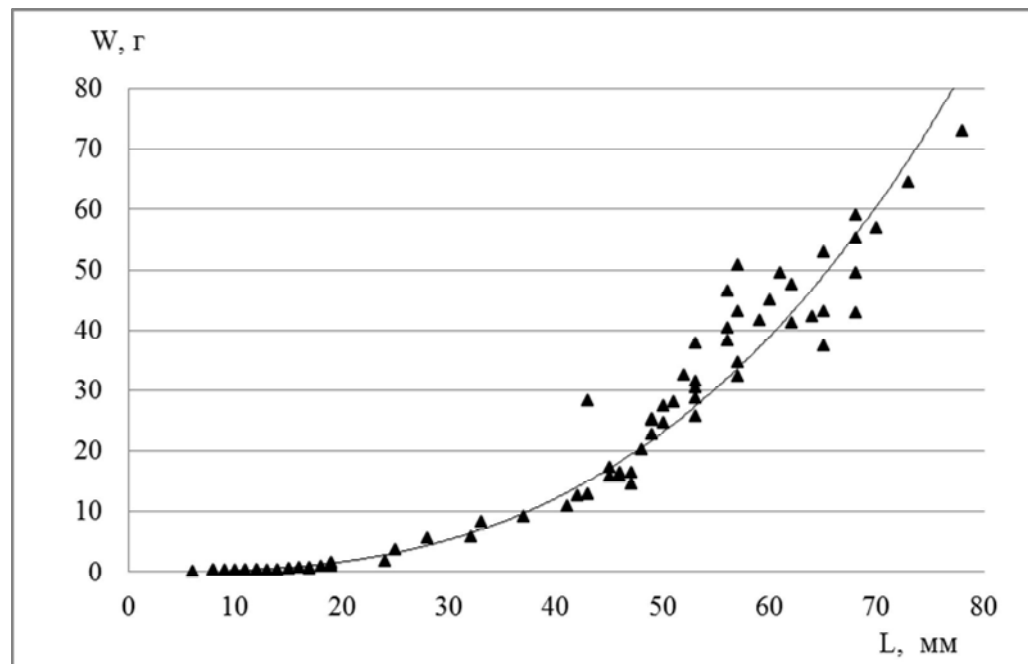


Рисунок 2. Зависимость общей (живой) массы (W) от длины (L) в процессе роста мии

Сравнение наших материалов с данными этого автора свидетельствует о том, что в условиях Белого моря скорость роста массы мии (при довольно близких значениях коэффициента регрессии) значительно меньше, чем в Керченском проливе (коэффициент пропорциональности почти в 2 раза ниже). По-видимому, это может быть обусловлено как более низкой средней температурой воды, так и трофическими условиями в указанном регионе, что, в свою очередь, приводит к снижению интенсивности питания и дыхания и, соответственно, к более низкому темпу роста мии (Наумов, 2004).

При изучении продукционных процессов и анализа потоков вещества и энергии в популяциях гидробионтов, а также для ряда практических целей (при сборе и сортировке собранного урожая) значительный интерес представляют данные по изменению удельного веса раковины, мягких тканей моллюсков от массы целого моллюска.

Анализ показал, что зависимость массы раковины от массы всего моллюска описывается линейным уравнением (рис. 3, кривая 1):

$$W_r = 0,456 W^{1,011}, R^2 = 0,988 \quad (5)$$

Таким образом, масса раковины составляет почти половину относительной массы животного.

Относительная масса раковины W_r^* выражается средней величиной, равной 0,331 (33,1%), где значение S было равно 4,24% с колебанием минимального и максимального значения в пределах 22,6-40,7%. Коэффициент регрессии (1,011) указывает на слабо

выраженную положительную аллометрию. Учитывая весьма незначительное отклонение значения коэффициента регрессии от единицы, можно считать, что рост массы раковины в значительной степени происходит синхронно с возрастанием массы целого моллюска.

Скорость роста массы мягких (соматической и генеративной) тканей (W_m) по мере увеличения размеров моллюска характеризовалась заметно выраженной отрицательной аллометрией – коэффициент регрессии был заметно меньше единицы (см. рис. 3, кривая 2).

$$W_m = 0,340 W^{0,976}, R^2 = 0,981. \quad (6)$$

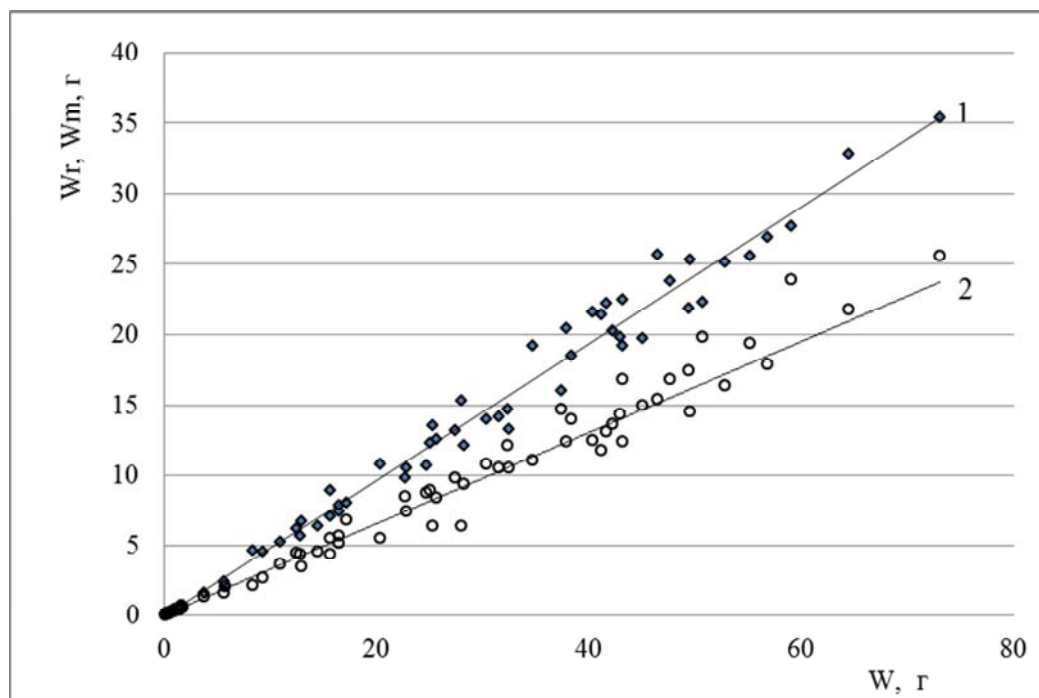


Рисунок 3. Зависимость массы раковины (1) и мягких тканей (2) от общей (живой) массы мии

Полученные нами численные значения параметров уравнений, связывающих между собой различные части тела этого вида, могут являться исходными данными для сравнительного анализа популяций мии в разных биотопах Азовского и Черного морей.

Таким образом, в ходе проведенной работы установлены данные по относительному росту разных частей тела мии в процессе онтогенеза. Выявлена отрицательная аллометрия роста длины и толщины относительно высоты моллюска. Охарактеризована взаимосвязь длины с общей (живой) массой мии, которая передается степенной функцией с коэффициентом регрессии, равным 2,86. Показано, что масса раковины связана с массой тела целого моллюска зависимостью, близкой к изометрической, тогда как рост массы характеризовался отрицательной аллометрией.

Литература

- Белфастова И.П., Пронькина Н.В., Гринцов В.А. О находке двустворчатого моллюска *Mya arenaria* в районе Севастополя // Экология моря. - 2002. - Вып. 59. – С. 13-16.
- Бешевли Л.Е., Колягин В.А. О находке моллюска *Mya arenaria* в северо-западной части Черного моря // Вестник зоологии. - 1967. - Т. 3. - № 5. - С. 82—84.
- Максимович Н.В. Динамика продукционных свойств литорального поселения *Mya arenaria* L. (губа Чупа, Белое море) // Вестник ЛГУ. – 1989. - Вып. 1. – С. 19-24.
- Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. Анализ на уровне организма. - М.: Наука, 1976. - 202 с.
- Наумов А.Д. Двустворчатые моллюски Белого моря. Опыт эколого-фаунистического анализа. - СПб.: Зоол. ин-т РАН, 2004. – 367 с.
- Савчук М.Я. Распространение и некоторые особенности биологии двустворчатого моллюска *Mya arenaria* L. на прибрежном мелководье северо-западной части Черного моря и в лиманах // Биология моря. - 1976. - № 6. - С. 40-46.
- Савчук М.Я. *Mya arenaria* L. - новый элемент в фауне Азовского моря // Вестник зоологии. - 1980. – № 5. - С. 11-15.
- All production data are given in total weight (flesh + shell). – FAO. - 2007. - 70 p.

CHARACTERISTICS OF SAND SHELL ALLOMETRY – SAND GAPER (*MYA ARENARIA* L.), ACCLIMATIZED IN THE BLACK SEA

O.D. Zhavoronkova, N.V. Chibich

Department of water bioresources and mariculture FSBEI HE "KSMTU", Kerch
javoronckova.olia@yandex.ua, chibich@mail.ru

Morphological characteristics of the mollusk, acclimatized in the Black Sea, populations of sand shells - sand gaper (*Mya arenaria* L.), were studied. Quantitative description of changes in the height and convexity of the shell with the increase in length, as well as relationship between length and mass of a mollusk was made. The relationship of shell mass and soft tissues from total live weight of sand gaper was analyzed. It was shown that with animal ageing and weight increase, shell mass grows largely synchronously, whereas the mass growth of somatic and generative tissues was carried out with a markedly pronounced negative allometry. Obtained data can be used for comparative analysis of the sand gaper populations, grown in different habitats of the Black Sea.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ СИГА *COREGONUS LAVARETUS* (LINNAEUS, 1758) В ОЗЕРЕ ИМАНДРА (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.М. Зубова, Н.А. Кашулин, П.М. Терентьев

Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН, Апатиты, zubova@inep.ksc.ru

При изучении сига *Coregonus lavaretus* (L.) северных водоемов исследователи сталкиваются с проблемой сложной структурной организации его популяций, обусловленной высокой пластичностью вида. Как правило, в одном водоеме могут встречаться несколько экологических форм, занимающих различные экологические ниши. Внутриводоемная сегрегация форм в целом обусловлена разделением пищевых спектров, определяющих их поведенческие стратегии (Решетников, 1980; Amundsen et al., 2004; Bernatchez, 2004; Kahilainen et al., 2004; Kahilainen, Østbye, 2006; Сидоров, Решетников, 2014). В упрощенной форме сига можно разделить на планктоно- и бентофагов, различающихся морфологией ротового и цедильного аппаратов, а также преимущественными местами обитания. Для бентофагов характерно нижнее расположение рта и конечное – для планктонофагов. Однако этот признак не всегда очевиден (Кашулин и др., 1999). Поэтому как в начале XX в., так и сейчас при разделении внутривидовых форм у сига чаще используется число и строение тычинок на первой жаберной дуге (Решетников, 1980; Bernatchez, 2004; Kahilainen et al., 2004, 2014; Siwertsson et al., 2010; Сидоров, Решетников, 2014 и др.). Принято выделять малотычинковую (17-30 жаберных тычинок, тычинки короткие, утолщенные у основания, редко расположенные), среднетычинковую (31-42, тычинки длинные, тонкие с большим количеством боковых выростов, часто расположенные) и многотычинковую (43-56, морфология тычинок подобна среднетычинковой) формы сига. Для малотычинкового сига характерно преимущественно бентосное питание, для многотычинкового - зоопланктон, для среднетычинкового - смешанное питание, однако имеют место сезонные и возрастные вариации (Решетников, 1980; Сидоров, Решетников, 2014).

Озеро Имандра – крупнейший водоем Мурманской области (880 км²), имеющий сложную пространственную структуру. Озеро разделено на три относительно изолированных плеса: Бабинскую, Йокостровскую и Большую Имандру, различающихся условиями обитания и степенью антропогенной трансформации (Антропогенные модификации..., 2002). Сиг в настоящее время остается достаточно многочисленным видом в озере, хотя и утрачивает свое доминирующее и промысловое значение (Решетников и др., 2011). Несмотря на долгий период исследований озера (начиная с 1924 г. по сей день), подробное описание первой жаберной дуги сига оз. Имандра приводилось ранее только в работах Ф.В. Крогиус (1940) и Ю.С. Решетникова (1980), в частности, по плесу Большая Имандра и северной части плеса Йокостровская Имандра. В последней авторами был описан только малотычинковый сиг с числом

тычинок от 17 до 29. Что же касается Большой Имандры, то диапазон числа тычинок варьировал от 17 до 38, т. е. здесь присутствовали как малотычинковый, так и среднетычинковый сиги.

Цель настоящей работы – исследование современного разнообразия экологических форм сига оз. Имандра.



Рисунок 1. Карта-схема оз. Имандра и места сбора материала (●) в 2011–2013 гг.:

1 – губа Вите, 2 – губа Белая, р-н о-ва Могильный, 3 – р-н о-ва Большой Йокостровский, 4 – прол. Узкая Салма, губа Глубокая, 5 – губа Молочная, 6 – р-н о-ва Хорт, 7 – губа Кунчаст

Материал и методы. Изучение экологических форм сига оз. Имандра проводилось в рамках комплексных исследований озера в 2011-2013 гг. Районы исследований – три плеса озера (Большая, Йокостровская и Бабинская Имандра), расположенные по градиенту нагрузки от источников загрязнения. Северный плес Большая Имандра – наиболее загрязняемая часть озера. Сюда поступают стоки комбинатов горно-металлургического комплекса «Олкон», «Североникель», «Апатит» и хозяйственно-бытовые стоки городов Мончегорска, Кировска и Апатиты (рис. 1). Южный плес Бабинская Имандра – удаленный от источников загрязнения район озера, однако губа Молочная испытывает влияние подогретых сбросных вод Кольской АЭС. В плесе Йокостровская Имандра смешиваются воды плесов Большая и Бабинская Имандра, и происходит сток из озера через р. Нива.

За период исследований изучено 814 экз. сига (табл. 1). Обработка материала проводилась по методике Г.П. Сидорова и Ю.С. Решетникова (2014). Для выделения внутривидовых форм у исследуемых сегов подсчитывали тычинки на первой жаберной дуге. Измерения наибольшей жаберной тычинки осуществлялись с помощью штангенциркуля с точностью до 0.1 мм одним оператором. Относительный размер наибольшей жаберной тычинки и расстояние между тычинками находились по известным методикам (Решетников, 1980; Kahilainen, Østbye, 2006). Для оценки размерной изменчивости строения жаберного аппарата сига из различных районов озера были выделены 4 размерные группировки: 100-199, 200-299, 300-399 и 400-499 мм.

Таблица 1. Характеристика использованного материала

Озеро Имандра, плес	Район исследования	Период исследований	Исследование жаберной дуги, число рыб, n
Большая Имандра	Губа Вите	Октябрь 2013 г.	45
	Губа Белая, остров Могильный	Сентябрь-октябрь 2012-2013 гг.	46
Йокостровская Имандра	Остров Большой Йокостровский	Ежемесячно с июля по апрель 2012-2013 гг.	463
	Пролив Узкая Салма, губа Глубокая	Август-сентябрь 2011 г.	70
Бабинская Имандра	Губа Молочная	Октябрь 2011 г.	50
	Остров Хорт	Август-сентябрь 2011 г.	59
	Губа Кунчаст	Сентябрь 2011 г.	84

Результаты. Гидрохимические и гидробиологические показатели трёх плёсов оз. Имандра различаются: наблюдается тенденция к увеличению их значений от условно фонового плёса Бабинская Имандра к загрязняемому плёсу Большая Имандра (табл. 2). Значительному содержанию биогенных элементов (общего фосфора и азота) в плёсах Йокостровская и Большая Имандра соответствуют высокие показатели первичной продукции, зоопланктона и макрозообентоса. Трофический статус этих плёсов определяется от мезотрофного до гиперэвтрофного; только воды плёса Бабинская Имандра близки к природному состоянию и соответствуют олиготрофному трофическому статусу.

Сиг в уловах из оз. Имандра представлен двумя формами: малотычинковой и среднетычинковой. Они хорошо различаются по строению тычинок на первой жаберной дуге. Для малотычинкового сига характерны короткие утолщенные у основания тычинки, для среднетычинкового – часто расположенные тонкие и длинные тычинки с бóльшим количеством боковых выростов (рис. 2, а, б). Малотычинковый сиг распространен по всему озеру, в то время как среднетычинковый является малочисленным и его распределение по озеру крайне неравномерное (рис. 3, а-ж). Большая часть среднетычинкового сига была выловлена в плесе Большая Имандра. Редкая встречаемость данной формы сига в уловах из Йокостровской Имандры, приуроченная лишь к северной части плеса, позволяет предположить, что Йокостровская Имандра не является основным местом их обитания, а выловленные экземпляры были мигрантами из Большой Имандры.

Число тычинок у малотычинковой формы варьирует от 15 до 30 (см. рис. 3, а-ж) и составляет в среднем для озера 23.1 ± 0.1 , у среднетычинковой – от 31 до 43, 38.1 ± 3.4 ; относительная величина наибольшей тычинки у первой формы колеблется от 5.6 до 15.6%, в среднем – 10.3 ± 0.1 , у второй – от 14.1 до 20.2%, 17.1 ± 0.5 .

Таблица 2. Средние гидрохимические и гидробиологические показатели трёх плёсов оз. Имандра, 2011–2013 гг.

Показатели	Бабинская	Йокостровская	Большая
Площадь, км ²	148.7	352.2	311.6
Глубина, м			
максимальная	43.5	42.0	67.0
средняя	16.3	10.9	14.7
Содержание кислорода, мг/л	7.39	8.98	9.37
pH	7.33	7.42	7.78
Общая минерализация, мг/л	39.9	70.8	91.3
Общий фосфор, мкг/л	6	19	55
Общий азот, мкг/л	147	183	396
Биомасса фитопланктона, г/м ³	0.46	1.57	2.98
Содержание хлорофилла «a», мг/м ³	1.41	3.68	6.12
Трофический статус**	α-олиготрофный	α-мезотрофный	β-мезотрофный
Численность зоопланктона, экз/м ³	265.5	880.2	1301.3
Биомасса зоопланктона, г/м ³	0.5	2.6	6.9
Трофический статус**	переходящий от α- к β-олиготрофному типу	переходящий от α- к β-мезотрофному типу	переходящий от α- к β-эвтрофному типу
Численность зообентоса, экз/м ²	224	3900	7500
Биомасса зообентоса, г/м ³	1.2	44.1	36.3
Трофический статус**	α-олиготрофный	Гиперэвтрофный	β-эвтрофный

** – по: Китаев, 1984.

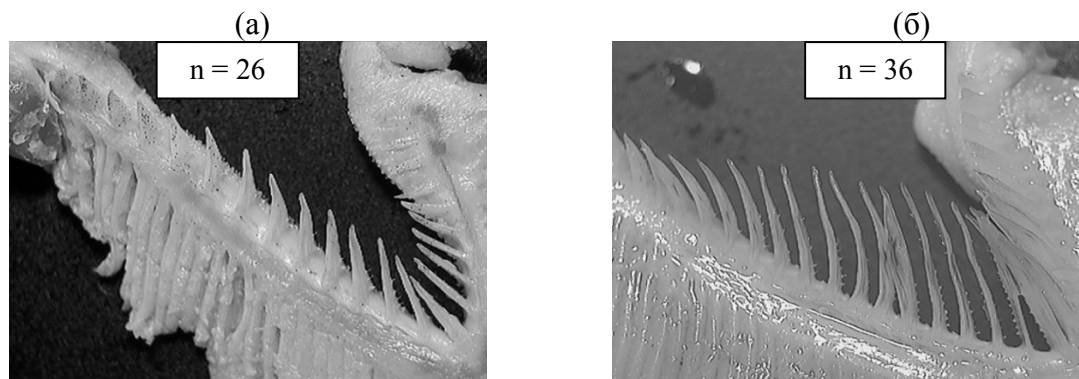
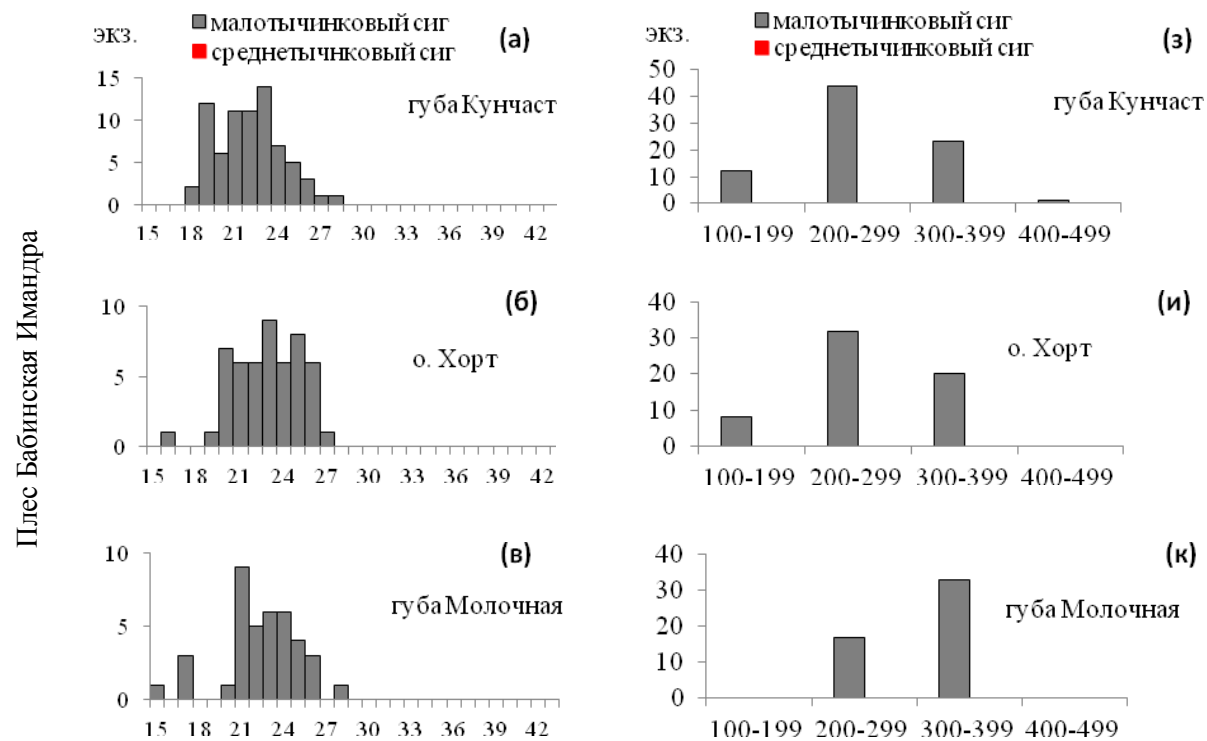


Рисунок 2. Внешний вид тычинок на первой жаберной дуге у малотычинкового (а) и среднетычинкового (б) сига в районе острова Большой Йокостровский плеса Йокостровская Имандра (фото автора), n – количество тычинок. Увеличение: а, б – ок. $\times 10,0$, об. $\times 1,0$



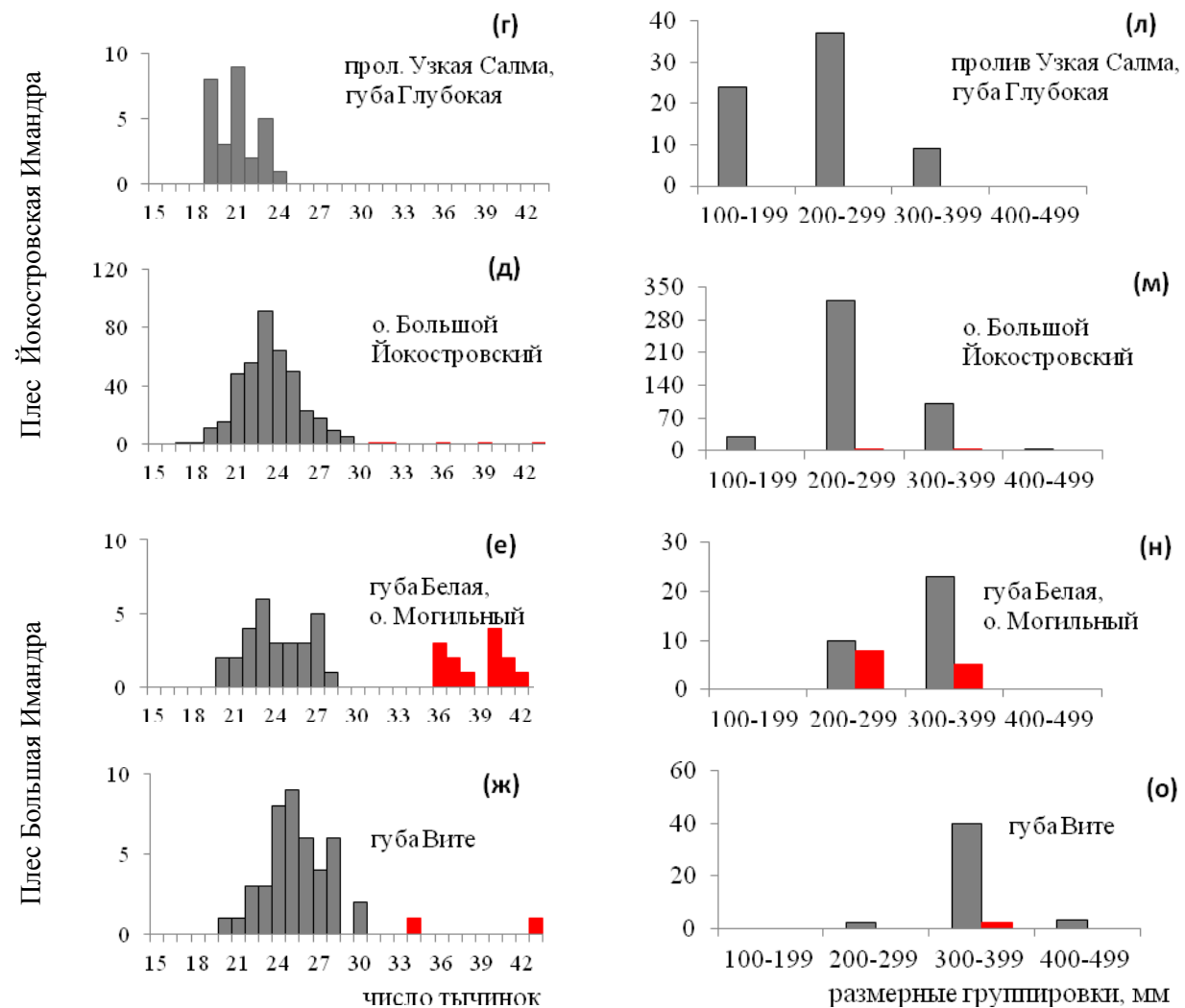


Рисунок 3. Распределение сигов *Coregonus lavaretus* в уловах из р-нов исследований трех плесов оз. Имандра по числу жаберных тычинок на первой жаберной дуге и размерным группам (длина АС, мм), 2011-2013 гг.

Распределение четырех размерных группировок сига в исследуемых районах трех плесов Имандры показано на рис. 3, 3-о. В уловах из плеса Большая Имандра встречаются особи большего размера, нежели из Бабинской и Йокостровской Имандры, что объясняется значимо большими темпами линейного роста малотычинкового и среднетычинкового сигов в первый год жизни в эвтрофированном плесе Большая Имандра (Зубова, 2015).

С линейным ростом расстояние между тычинками у обеих форм сига увеличивается ($p = 0,001$) (рис. 4). У среднетычинкового сига это расстояние было меньшим ($p = 0,001$), нежели у малотычинкового сига, внутри одной размерной группировки.

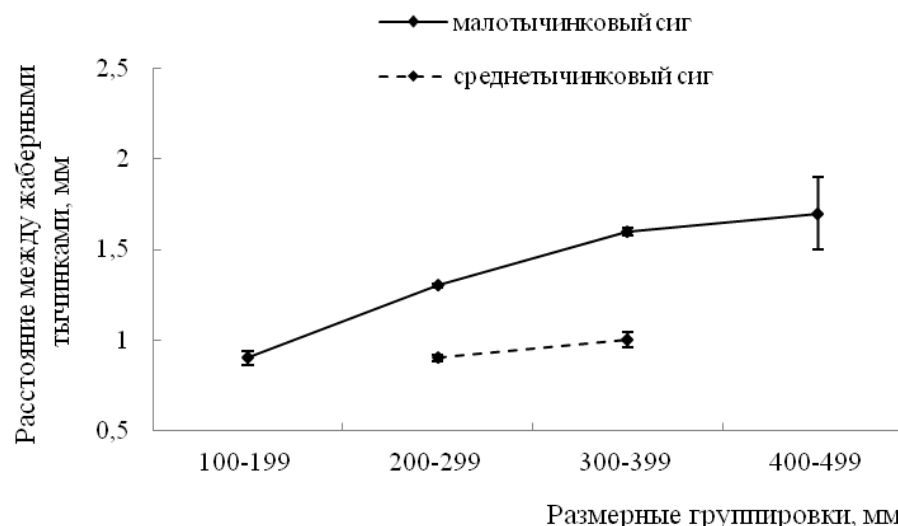


Рисунок. 4. Зависимость расстояния между жаберными тычинками на первой жаберной дуге (мм) и линейными размерами малотычинкового и среднетычинкового сига *Coregonus lavaretus* оз. Имандра, 2011-2013 гг.

Заключение. Таким образом, сиг в оз. Имандра представлен двумя экологическими формами: малотычинковой, обитающей во всех плесах, и среднетычинковой – малочисленной и приуроченной лишь к северному плесу Большая Имандра. Современный диапазон тычинок у сига Йокостровская и Большая Имандра практически совпадает с данными Ф.В. Крогиус (1940) и Ю.С. Решетникова (1980), что свидетельствует об относительном постоянстве данного меристического признака у сига из различных плесов оз. Имандра. Среднетычинковая форма сига приурочена к пелагической зоне водоемов. В плесе Большая Имандра, по сравнению с остальными плесами, пелагическая зона наиболее выражена (Рихтер, 1927). Также в Йокостровской и Большой Имандре наблюдаются высокий трофический уровень и наибольшие для водоема биомассы зоопланктона (см. табл. 2), который играет важную роль в питании среднетычинкового сига. Сочетание этих факторов в плесе Большая Имандра создает наиболее благоприятные условия для обитания среднетычинкового сига и обуславливает его приуроченность к данному району.

Литература

- Антропогенные модификации экосистемы озера Имандра. - М.: Наука, 2002. - 403 с.
- Зубова Е.М. Линейный рост европейского сига *Coregonus lavaretus* (L.) в антропогенно-модифицированных водоемах европейской Субарктики (на примере Мурманской области). Автореф. канд. дис. - Пермь, 2015. - 28 с.
- Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амундсен П.А. Рыбы пресноводных вод Субарктики как биоиндикаторы техногенного загрязнения. - Апатиты: Изд-во Кольск. науч. центра РАН, 1999. - 142 с.
- Крогиус Ф.В. Материалы по систематике и биологии некоторых рыб озер Имандры и Умбозера // Сб. трудов «Материалы к изучению вод Кольского полуострова». – Кольск. науч.-иссл. база АН СССР, 1940. - Т. 1. - С. 232–248.
- Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. - М.: Наука, 1980. - 301 с.
- Решетников Ю.С., Терещенко В.Г., Лукин А.А. Динамика рыбной части сообщества в изменяющихся условиях обитания (на примере оз. Имандра) // Рыбное хоз-во. - 2011. - № 6. - С. 48–51.
- Рихтер Г.Д. Обзор работы Имандровской экспедиции за 1924-1926 гг. - Л.: Изд-во Мурман. ж. д., 1927. - 136 с.
- Сидоров Г.П., Решетников Ю.С. Лососеобразные рыбы водоемов европейского северо-востока. - М.: Т-во науч. изд. КМК, 2014. - 346 с.
- Amundsen P.-A., Bøhn T., Våga, G. Gill raker morphology and feeding ecology of two sympatric whitefish (*Coregonus lavaretus*) morphs // Ann. Zool. Fennici. - 2004. - № 41. - P. 291–300.
- Bernatchez L. Ecological theory of adaptive radiation // An empirical assessment from coregonine fishes (Salmoniformes). - New York: Oxford University Press, 2004. - P. 175–207.
- Kahilainen K., Malinen T., Tuomala A., Lentonen H. Diel and seasonal habitat and food segregation of three sympatric *Coregonus lavaretus* forms in a subarctic lake // Journal of Fish Biology. - 2004. - № 64. - P. 418–434.
- Kahilainen K., Østbye K. Morphological differentiation and resource polymorphism in three sympatric whitefish *Coregonus lavaretus* (L.) forms in a subarctic lake // Journal of Fish Biology. - 2006. - № 68. - P. 63–79.
- Kahilainen K., Patterson W., Sonninen E., Harrod C., Kiljunen M. Adaptive Radiation along a Thermal gradient: preliminary results of habitat use and respiration rate divergence among whitefish morphs // Plos One. - 2014. - Vol. 9. - № 11. - P. 1–12.
- Siwertsson A., Knudsen R., Kahilainen K.K., Præbel K., Primicerio R., Amundsen P.-A. Sympatric diversification as influenced by ecological opportunity and historical contingency in a young species lineage of whitefish // Evol. Ecol. Res. - 2010. - № 12. - P. 929–947.

SOME ASPECTS OF THE DISTRIBUTION OF ECOLOGICAL FORMS OF WHITEFISH *COREGONUS LAVARETUS* (LINNAEUS, 1758) IN LAKE IMANDRA (MURMANSK REGION)

E.M. Zubova*, N.A. Kashulin, P.M. Terentjev

Institute of the North Industrial Ecology Problems KSC RAS, 184209 Apatity, zubova@inep.ksc.ru

First have been presented data of the distribution ecological forms whitefish in the largest Subarctic Lake Imandra, which has a complex structure. Have been studied hydrochemical and hydrobiological characteristics areas of the reservoir, and also the morphological characteristics of the gill apparatus sparsely- and densely rakered forms of whitefish.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКИ ВОЛОГДЫ

К.Н. Ивичева

Вологодское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Вологда, ksenya.ivicheva@gmail.com

Введение. Согласно данным Вологодского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, река Вологда является одним из наиболее загрязненных водотоков на территории Вологодской области (Доклад..., 2014). Однако она используется для целей водоснабжения населения областного центра и является главным рекреационным объектом города. Основная цель настоящей работы состоит в анализе экологического состояния р. Вологды в целом и отдельных её участков по показателям зообентоса.

Объект исследований. Река Вологда расположена на юге центральной части Вологодской области и является правым притоком р. Сухоны, чей водосборный бассейн занимает треть территории региона. Длина р. Вологды составляет 155 км, площадь водосбора – 3030 км² (Река Вологда, 2016). Водосбор реки расположен в пределах двух различающихся ландшафтов: Вологодско-Грязовецкой возвышенности (верхнее и среднее течение) и Присухонской низины (последние 27 км) (Максутова, 2006). Территория, в пределах которой расположен водосбор, имеет длительную историю хозяйственного освоения (Природа..., 1954; Ивичева, Филоненко, 2012, 2014). В 47 км выше устья находится плотина, вследствие чего изменился гидрологический режим водотока.

Реку Вологда можно разделить на 3 резко различающихся участка. К первому (0–98 км) относится верхнее и среднее течения, для которых характерна сильная извилистость, наличие плесов и перекатов, сильные колебания уровня воды, прозрачность до дна, песчаные и каменистые грунты. Второй участок (98–108 км) представляет собой водохранилище, подпираемое плотиной. Здесь отмечаются глубины до 10 м, прозрачность менее метра, песчаные и глинистые грунты. Третий участок, расположенный между плотиной и устьем, проходит по территории административного центра. Вместе со сменой ландшафтов песчаные и глинистые (возвышенность) грунты сменяются на илистые (низина). Участок мелководен: в межень ниже плотины глубины не превышают 1 м, после города средняя глубина составляет 3,5 м. Последние 28 км река является судоходной. Выше города отмечается зарастание русла на 80–90%, ниже зафиксированы лишь отдельные растения. Выше города прозрачность до дна, ниже – 0,3 м. Водоток принимает в себя сбросы с предприятий города и ливневую канализацию. Ниже города в реку также сбрасываются сточные воды МУП ЖКХ «Вологдагорводоканал». В результате подпора от р. Сухоны на этом участке почти полностью отсутствует течение при минимальном стоке р. Вологды, создается застой воды, снижается разбавление сточных вод.

По химическому составу вода р. Вологды относится к гидрокарбонатному классу группы кальция и характеризуется повышенным уровнем минерализации (до 936 мг/л) (Доклад..., 2014). В верхнем течении превышений ПДК не отмечено. Вниз

по течению р. Вологды наблюдается увеличение содержания азота аммонийного (до 1,1 ПДК), нитрит-ионов (2,8), марганца (2,7), фенолов (3,6), нефтепродуктов (1,7), ХПК (2,3), БПК₅ (1,6).

Материал и методы. Материал отбирался в 2010–2012 гг. на 10 станциях р. Вологды в периоды весеннего половодья и летней межени. В 2013 г. отбор проб проводился шестикратно на 5 створах в период открытой воды: по одной на первых двух участках и 3 - на третьем (№ 3, 5, 8) (рис. 1). Пробы собирались и обрабатывались в соответствии с гидробиологическими методиками (Абакумов, 1983). Выемки грунта проводили штанговым дночерпателем ГР–91 с площадью захвата 0,0045 м² в трёхкратной повторности для каждой станции. Грунт промывался через мельничный газ № 33 и фиксировался 40%-ным формалином. Всего было отобрано 192 пробы. Организмы идентифицировались по определителям (1977, 1994, 1999, 2001) до наименьшего определяемого таксона. Для оценки качества вод в водотоке использовались индексы Гуднайта-Уитля, Вудивисса, Шэннона (H), доминирования (D), сапробности (Макрушин, 1974), комбинированный индекс состояния сообществ (КИСС) (Баканов, 1999).

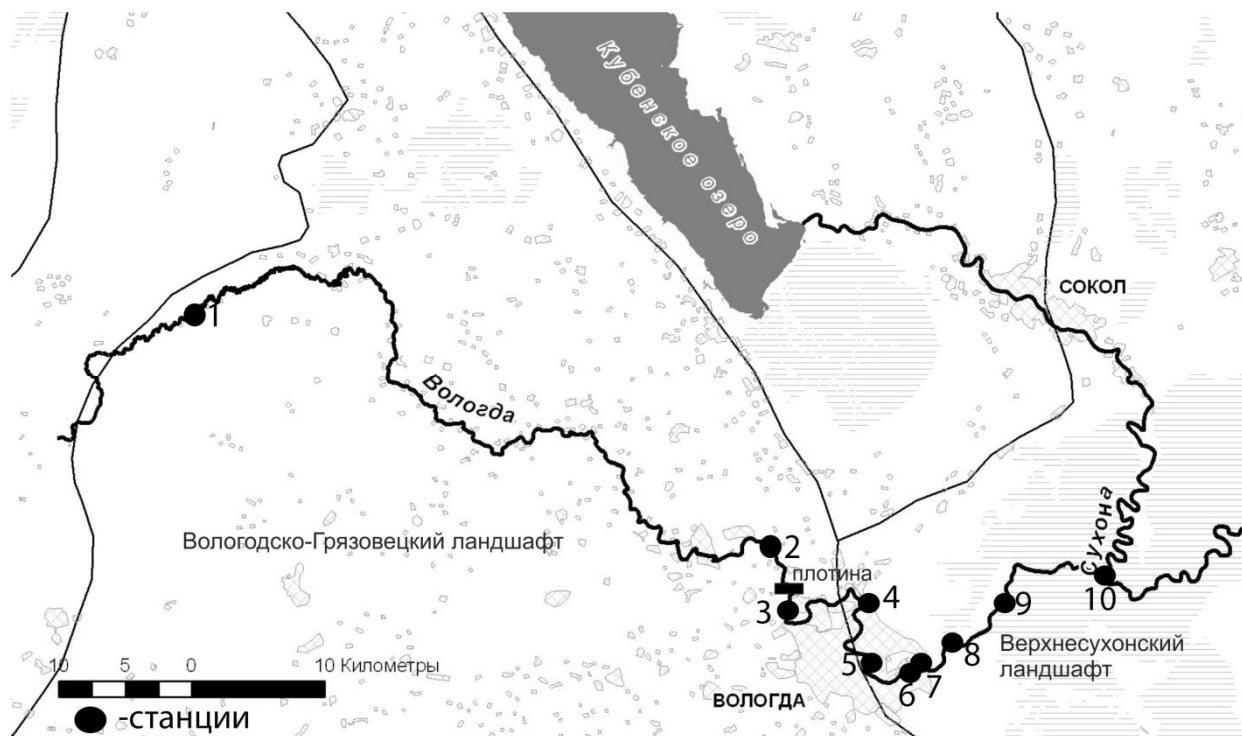


Рисунок. 1. Станции отбора проб на р. Вологде

Результаты исследований и их обсуждение. Всего в составе зообентоса зафиксировано 177 видов донных беспозвоночных из 10 классов, 20 отрядов, 56 семейств. Наиболее многочисленны амфиботические насекомые (116 видов), из них 54 вида – хирономиды. Отмечено постепенное обеднение видового состава и таксономического разнообразия вниз по течению. Также наблюдается изменение структуры сообществ: выпадают амфиботические насекомые, увеличивается доля олигохет (Ивичева, 2014).

Индексы, основанные на соотношении и встречаемости отдельных групп в сообществе, применяются в ГОСТ 17.1.3.07-82. Пример использования этих индексов для оценки качества вод в р. Вологде приведен в табл. 1. Помимо этого, о состоянии водотока можно судить по среднему количеству видов в пробе и значениям индексов видового разнообразия, доминирования и сапробности, основанных на численности отдельных видов (табл. 2). Комбинаторный индекс состояния сообществ (КИСС) рассчитывается исходя из значений разнотипных индексов и количественных показателей зообентоса (рис. 2).

Таблица 1. Оценка качества вод р. Вологды (по: ГОСТ 17.1.3.07-82)

№ станции	Г-У	Класс качества	Степень загрязненности воды	ИБ	Класс качества	Качество воды
1	4	I	очень чистые	9	I	высокое
2	22	II	чистые	7	II	хорошее
3	39	III	умеренно загрязненные	8	II	хорошее
4	58	IV	загрязненные	4	IV	плохое
5	63	IV	загрязненные	5	III	посредственное
6	80	V	грязные	3	IV	плохое
7	100	VI	очень грязные	0	V	очень плохое
8	91	VI	очень грязные	3	IV	плохое
9	85	V	грязные	2	V	очень плохое
10	55	IV	загрязненные	2	V	очень плохое

Примечание. Г-У – индекс Гуднайта-Уитля, ИБ – индекс Вудивисса. Номера станций соответствуют таковым на рис. 1.

На створе в верховьях р. Вологды (№ 1) отмечен I класс качества, воды чистые. Здесь зафиксировано максимальное число видов, наибольшее их видовое разнообразие и наименьшее доминирование. Водоток на данном участке характеризуется как олигосапробный.

Таблица 2. Оценка качества вод р. Вологды по видовому разнообразию

№ станции	S	H	D	Зона сапробности
1	14,9	2,16	0,17	олигосапробный (1,4)
2	9,4	1,77	0,24	α -мезасапробный (3,2)
3	9,8	1,77	0,23	α -мезасапробный (3,2)
4	4,5	0,80	0,58	полисапробный (3,8)
5	9,1	1,34	0,42	полисапробный (3,6)
6	5,4	0,58	0,74	полисапробный (3,8)
7	0,25	0,00	1	полисапробный (3,8)
8	2,1	0,32	0,82	полисапробный (3,8)
9	5,6	0,76	0,61	полисапробный (3,8)
10	6,7	1,25	0,39	полисапробный (3,8)

Примечание. S – среднее число видов, H – индекс Шеннона, бит./экз., D – индекс доминирования. Номера станций соответствуют таковым на рис. 1.

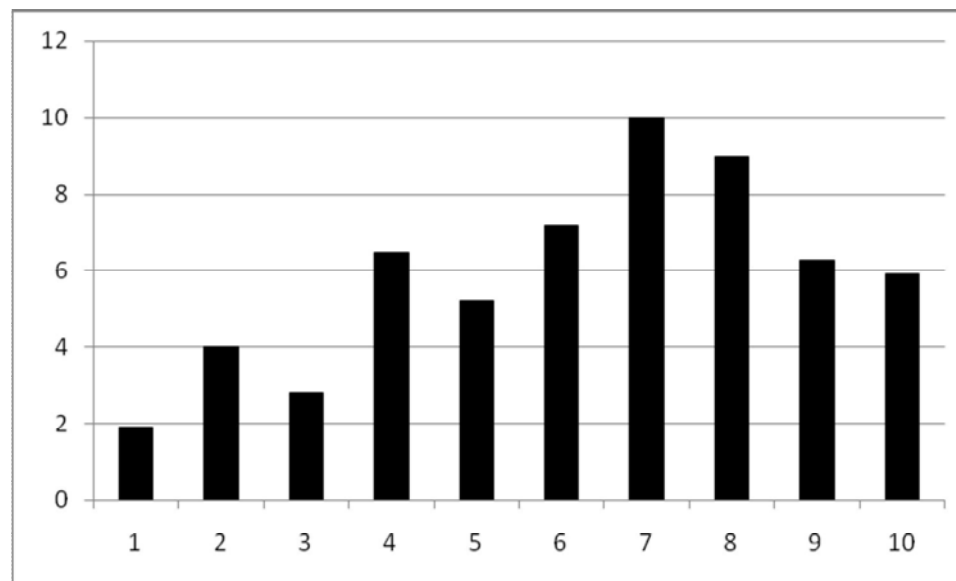


Рисунок 2. Значение КИСС на створах р. Вологды (номера станций соответствуют таковым на рис. 1)

Ниже по течению происходит увеличение антропогенной нагрузки. Река Вологда в водохранилище (№ 2) и ниже плотины (№ 3) характеризуется как α -мезасапробный водоём. Количество видов, видовое разнообразие и доминирование здесь одинаковы. Класс качества вод по индексу Гуднайта-Уитля в водохранилище выше, чем после плотины. По значению КИСС качество вод ниже плотины выше, чем в водохранилище. Индекс Гуднайта-Уитля является одной из метрик КИСС, последний является более информативным. Очевидно, в водохранилище происходит концентрация загрязняющих веществ, поступающих с водосбора реки выше по течению, и отложение их в грунты. На створ ниже плотины загрязняющие вещества поступают в меньшей концентрации.

В пределах и ниже города водоток характеризуется как полиасапробный. На станции № 4, расположенной на входе в город, качество вод хуже, чем на станции № 5, находящейся в центре города. Станция № 4 находится после впадения р. Пудежки, принимающей в себя стоки ряда предприятий города и района. Только на данной станции в пределах возвышенности отмечены илистые грунты, вследствие чего снижается видовое богатство. От 5-й к 6-й станции при прохождении реки по территории города происходит ухудшение качества вод под действием сбросов предприятий. Станция № 6 расположена на выходе из города выше сбросов очистных сооружений МУП ЖКХ «Вологдагорводоканал», станция № 7 – сразу после сбросов. Водоток на данном участке испытывает наибольшую антропогенную нагрузку. На станции № 7 отмечены самые высокие значения индексов Гуднайта-Уитля, доминирования и КИСС, самые низкие – Вудивисса и Шеннона. Здесь также зафиксированы минимальные количественные показатели. В межень встречаются лишь единичные особи олигохеты *Limnodrilus hoffmeisteri*, либо организмы в пробах отсутствуют. Качество вод на данной станции наихудшее. Ниже станции № 7 в реку поступают только диффузные стоки с дач, протянувшихся еще на 2 км. После станции № 8 антропогенная нагрузка на водоток ограничивается судоходством. От 7-й к 10-й станции наблюдается постепенное улучшение качества вод.

Заключение. Таким образом, по различным индексам мы наблюдаем ухудшение экологического состояния водотока с увеличением антропогенной нагрузки (от 1-й к 7-й станции). На станции после города (№ 7) отмечены самые экстремальные условия для существования зообентоса. Ниже по течению в связи с отсутствием антропогенной нагрузки наблюдается некоторое улучшение качества вод. Однако в связи с небольшой протяженностью данного участка качество воды выше устья соответствует таковому на станции в центре города.

Литература

- Абакумов В.А. Гидробиологический анализ поверхностных вод и донных отложений. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 240 с.
- Антипов Н.П. Реки, озера, болота // Природа Вологодского района. - Вологда, 1954. - С. 36–53.
- Баканов А.И. Использование комбинированных индексов для мониторинга пресноводных водоёмов // Водные ресурсы. - 1999. - Т. 26. - № 1. - С. 108–111.
- ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоёмов и водотоков. - М., 1982. - 8 с.
- Доклад о состоянии и охране окружающей среды в Вологодской области в 2013 г. / Отв. ред. А.М. Завгородний. - Вологда, 2014. - 274 с.

Ивичева К.Н., Филоненко И.В. Анализ влияния освоенности речных бассейнов на качество вод методами ГИС // Принципы экологии. - 2012. - № 2. - С. 77–82.

Ивичева К.Н., Филоненко И.В. Особенности распределения сообществ зообентоса р. Вологда // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана: Материалы лекций II Всерос. школы-конф. - Ярославль, 2014. - Т. 2. - С. 162–164.

Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод. - Л.: Наука, 1974. - 60 с.

Максимова Н.К. Ландшафты Вологодской области. Учебное пособие. - Вологда, 2006. - 56 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (планктон и бентос). - Л.: Гидрометеиздат, 1977. - 281 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. - СПб.: Наука, 1994. - Т. 1. Низшие беспозвоночные. - 400 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. - СПб.: Наука, 1999. - Т. 4. Высшие насекомые. Двукрылые. - 840 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. - СПб.: Наука, 2001. - Т. 5. Высшие насекомые. - 840 с.

Природа Вологодского района. - Вологда, 1954. - 80 с.

Река Вологда // Поиск по данным государственного водного реестра. [2016]. URL: <http://textual.ru/gvr/> [вход свободный, дата обращения: 10.02.2016].

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL STATUS OF RIVER VOLOGDA

K.N. Ivicheva

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Vologda, ksenya.ivicheva@gmail.com

The Vologda river (155 km) is the main source of water supply and the sole receiver of wastewater regional center (Vologda). Flow regulated by dam and the backwater of the river Sukhona. Samples of zoobenthos were sampled from 2010 to 2013, at 10 stations located within the 3 sites of the river Vologda (the upper and middle stream, reservoir, shallow area after dam). Biotic indices (Goodnight-Whitley, Woodiviss, Shannon, domination, saprobity, combinatorial index community) were calculated from quantitative indicators and species diversity. Upper stream of river is oligosaprobic zone, here was registered high quality of water. Reservoir and site of river before the city are α -mezosaprobic zone, in reservoir water quality is lower. The river in the city and after city is polysaprobic zone. Degradation of water quality downstream is noticed. After city without anthropogenic load there is a slight improvement of the ecological state of the river.

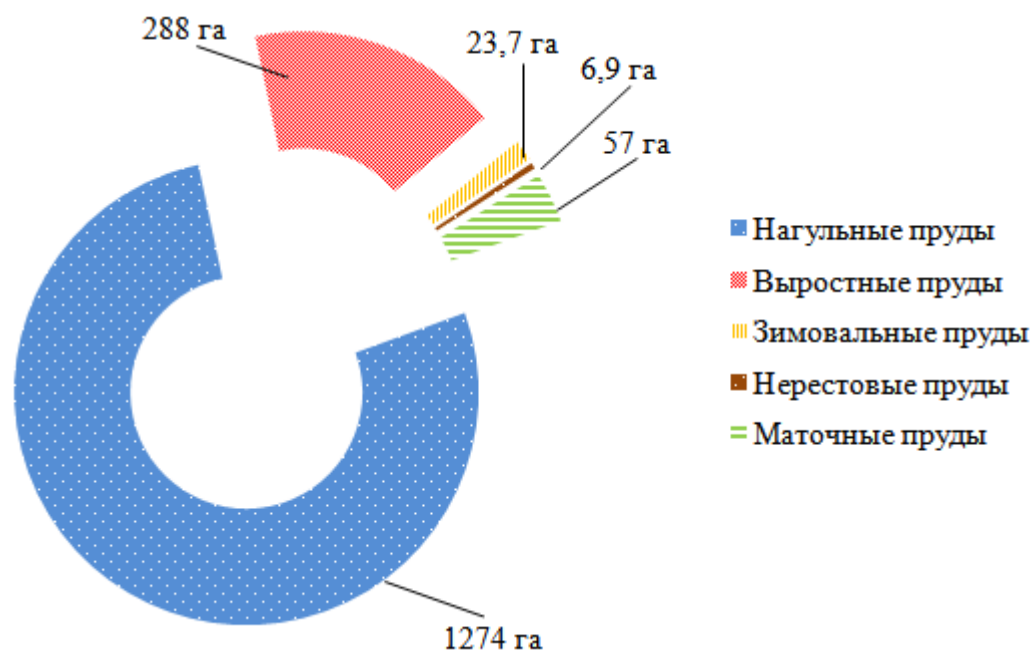
УДК 639.371.5

ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА КАРПА В РЫБОХОЗЕ «БЕЛОЕ»

В.Ю. Канаши¹, Т.М. Курапова²

¹ ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Калининград, vadimka.kanash@mail.ru

² ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», Калининград, tkurapova@inbox.ru



Распределение проектных площадей прудов различных категорий
в опытном рыбхозе «Белое»

Опытный рыбхоз «Белое» находится на территории Житковичского района Гомельской области Республики Беларусь - это полносистемное прудовое хозяйство с двухлетним оборотом выращивания товарной рыбы, расположенное в третьей зоне рыбоводства.

Общая площадь прудов составляет 1650 га (см. рисунок), в том числе нагульных – 1274, выростных – 288, прудов других категорий – 87,6 га. Кроме нагульных и выростных площадей в рыбхозе располагаются 59 зимовальных прудов площадью 23,7 га, 49 нерестовых прудов площадью 6,9 га, 4 маточных пруда площадью 57 га, садковая база на 300 т товарной рыбы (Рыбоводно-биологическое ..., 1990).

Производственная мощность рыбхоза рассчитана на получение 1700 т товарной рыбы и 7 млн. посадочного материала в возрасте сеголетков. Источником водоснабжения рыбхоза является р. Случь.

Рыбоводные процессы при выращивании производителей включают:

- облов зимовальных прудов;
- весенний учет и бонитировку;
- преднерестовое содержание производителей;
- содержание производителей в летнематочных прудах;
- облов летних прудов, осенний учет производителей;
- содержание производителей в зимовальных прудах.

Облов зимнематочных прудов проводят сразу же после окончания зарыбления нагульных прудов. Производителей отлавливают при помощи брезентовых рукавов после спуска воды из пруда и переносят на носилках к транспорту для перевозки в преднерестовые пруды.

Исходное маточное стадо в опытном рыбхозе «Белое» скомплектовано из производителей карпа лахвинской и парской породы, а также местной гибридной формы. В настоящее время маточное стадо включает в себя около 2,5 тыс. производителей и 30 тыс. ремонтного разного возраста, что практически в 2–3 раза превышает нормативную потребность (с учетом производства посадочного материала для реализации сторонним организациям). Наличие значительного ремонтно-маточного поголовья предполагает иметь соответствующую прудовую площадь для их содержания и проведения племенной работы.

Прудовая площадь для племенного материала должна включать в себя не менее одного пруда на каждую возрастную группу ремонта и по одному для раздельного содержания самок и самцов. Оптимальное общее количество – не менее 10 летних и 8 зимних прудов.

При облове подсчитывают количество самок и самцов, определяют их общую и среднюю массу, обследуют на наличие дефектов, травм, заболеваний.

Процесс бонитировки включает индивидуальное взвешивание и измерение, внешний осмотр рыб, что является главным в качественной оценке производителей. На основании этих данных самок разделяют на три класса. В первый (используемый в нересте в первую очередь) выделяют лучших по внешнему виду более крупных рыб с телосложением, соответствующим породному стандарту, без каких-либо дефектов и заболеваний. Особое внимание обращают на выраженность половых признаков: хорошо развитое, мягкое, отвисшее брюшко, свидетельствующее обычно о лучшей подготовленности к нересту и более высокой плодовитости рыб.

Рыбы, несколько уступающие особям первого класса, но характеризующиеся в целом удовлетворительными показателями, а также впервые нерестующие и старые самки относятся ко второму классу.

Сильно отстающих в росте, имеющих существенные дефекты и явно больных самок относят к третьему классу, подлежащему выбраковке.

Самцов также разделяют на три группы. В первую выделяют крупных, хорошо текучих самцов с ярко выраженным брачным нарядом, среднего возраста, имеющих удовлетворительные показатели экстерьера. Самцов, уступающих по массе тела и показателям экстерьера особям первой группы, но имеющих достаточно хорошо выраженные половые признаки, относят ко второму классу. Плохо текучие, сильно отстающие в росте, травмированные или больные особи составляют третью группу, подлежащую выбраковке.

Среди впервые созревающих производителей проводят отбор на племя. Количество отобранных самок не должно превышать 50% от числа всех выращенных рыб; число отобранных самцов определяется необходимым соотношением полов 1:2 при естественном нересте и 1:0,6 - при заводском воспроизводстве.

Производителей карпа перед нерестом содержат в преднерестовых или приспособленных зимовальных прудах. При температуре воды в пруду выше 8 °С производителей кормят полноценным высокобелковым кормом, что способствует качественному формированию половых клеток. В зависимости от температуры воды суточная норма кормов составляют 0,5–3% массы рыбы.

В условиях рыбоводного хозяйства «Белое» применяют как естественный нерест, так и полужаводской способ получения потомства.

Естественный нерест. Одновременно с преднерестовой подготовкой производителей подготавливают нерестовые пруды. Ложе водоемов удобряют, известкуют, боронуют. При отсутствии мягкого лугового покрова ложе засевают семенами растительности, устойчивой к разложению, или покрывают дерном с луговой растительностью.

При повышении температуры воды в водоемистике до 14–15 °С пруды заполняют водой через фильтры. Период между заливом и посадкой производителей не должен превышать 1–2 дней, так как в противном случае наблюдается массовое развитие хищных беспозвоночных, выедающих икру и личинок карпа. Пруды целесообразно заливать с утра, чтобы вечером можно было сажать в них рыб на нерест.

Перед посадкой на нерест производителей обязательно обрабатывают в профилактических ваннах 5%-ным раствором поваренной соли в течение 5 мин. или 0,2%-ным раствором аммиака 1–2 мин.

Нерест обычно происходит ранним утром на следующий день после посадки. Его контролируют визуально по активному движению рыб в мелководной зоне и всплескам воды.

При неудовлетворительном нересте производителей заменяют. Для предотвращения передачи болезней потомству, а также для сохранения кормовой базы и предупреждения травмирования и поедания предличинок производителями их отлавливают не позднее чем через 20 ч после нереста.

После нереста отловленных производителей снова профилактически обрабатывают и размещают в летнематочные пруды при плотности посадки, не превышающей трехкратную (Черномашенцев, Мильштейн, 1983).

Полужаводской способ. Согласно распоряжению Департамента министерства сельского хозяйства РБ на территории Беларуси при воспроизводстве карпа используется полужаводской способ получения потомства независимо от рыбоводной зоны (Распоряжение ..., 2010).

При 14–16 °С облов преднерестовых прудов приходится на первую декаду мая.

В инкубационный цех завозят самок и самцов, которых размещают в бассейны отдельно по полу. Над емкостями с производителями натягивают защитные сетки из дели, которые предотвращают выпрыгивание производителей и их травматизацию. Постепенно температура воды доводится до 18 °С.

Производителям делают гипофизарные инъекции – самкам две, самцам одну по традиционной схеме.

Самок после второй инъекции размещают в бассейны, в которых будет проходить нерест. В бассейнах уложен искусственный нерестовый субстрат – ерши из лески. Леска, из которой изготовлены ерши, не должна быть слишком тонкой. Обычно применяют леску толщиной 0,5–1 мм. Леску при заказе ершей необходимо выбирать мягкую на ощупь. Укладывать ерши в емкости начинают с краев ванны. Особое внимание следует уделять плотности укладки ершей по углам емкости, так как в процессе нереста в этих местах откладывается наибольшее количество икры. Постепенно переходят от краев емкости к укладке ершей на ее дно. Каждый последующий ерш подсовывается под предыдущий и так до самого центра ванны, где находится водослив. Сам водослив также закрывают ершом. Плотность укладки должна быть такой, чтобы между ершами не оставалось свободных промежутков. В противном случае при редкой укладке ершей производители в процессе нереста заплывают в промежуток между ершами и стенками емкости, где большое количество икры будет приклеиваться к стенкам емкости, а не к нерестовому субстрату, что отрицательно скажется на выходе трехдневной личинки.

Далее бассейны заливают водой, и уровень воды в емкости регулируют высотой подъема сливной трубы. После размещения самок в ванны для нереста делают инъекцию гипофиза самцам и помещают в бассейны, где уже находятся самки.

В один бассейн для нереста помещают от 3 до 5 пар производителей. Над бассейнами натягивают предохранительные сетки. Через 10–12 ч при температуре 19–20 °С начинается нерест, что хорошо заметно по обильно выделяющейся пене. В этот период желательно без необходимости не ходить по инкубационному цеху, чтобы рыба нерестилась в спокойной обстановке. Нерест обычно длится около трех часов.

После нереста ершкй с отложенными на них икринками переносят в такие же бассейны для последующей инкубации икры. Подготовка этих емкостей происходит следующим образом. На водослив ванны укладывают поролоновый уплотнитель (кусоч поролона с отверстием, равным 0,5 диаметра сливной воронки). На уплотнитель ставят стакан из металлической проволоки, и на него надевают колпак из сита, который сделан из мельничного газа. Этот колпак будет препятствовать выходу личинок после вылупления из бассейна через водослив. Стаканы с натянутыми колпаками тщательно фиксируются резинкой с двумя крючками. Один крючок цепляют сверху за стакан, а второй за кольцо на дне сливной воронки. Проверяют центровку стакана, в противном случае между уплотнителем и дном емкости останется щель, через которую будут выходить личинки.

После заполнения бассейна водой начинают переносить ерши с отложенной икрой из бассейнов, в которых проходил нерест. Все манипуляции во время доставания ершей из переноски и укладки в бассейны для инкубации следует производить аккуратно, чтобы не травмировать приклеенную к субстрату икру. Ерши следует укладывать в ванны равномерно по всей площади дна. Наибольшее количество ершей укладывают в местах подачи воды, где снабжение кислородом будет лучшим. Нельзя укладывать ерши

слишком толстым слоем, иначе икра на самых нижних ершах погибнет в результате плохого снабжения кислородом. В емкостях устанавливают водообмен 10-15 л/с (Курапова и др., 2015).

После того как все ерши с ванн для нереста будут перенесены в емкости для инкубации производителей отлавливают сачками с безузелковой дели и переносят в живорыбную машину, в которой отвозят в пруд для летнего нагула.

Сразу после укладки ершей в бассейны следует начинать обработку икры органическим красителем с интервалов в 3 ч до начала вылупления предличинок с целью профилактики развития сапролегнии на мертвой икре. Температуру в процессе инкубации следует поддерживать на уровне 18-19 °С. При такой температуре на третий день начинается вылупление предличинок. Необходимо отметить, что не следует увлекаться подъемом температуры воды в период инкубации икры до 26-28 °С, стремясь сократить время инкубации, так как это впоследствии ведет к большому количеству физических уродств у предличинок и резко снижает их выживаемость в выростных прудах после зарыбления.

До частичного рассасывания желточного мешка и заполнения плавательного пузыря воздухом предличинки лежат на нерестовом субстрате. На третьи сутки при указанной выше температуре предличинки начинают плавать. В это время примерно 70% ершей достают из бассейнов, чтобы увеличить свободное пространство, на котором предличинки смогут плавать. В этот период нужно внимательно следить за уровнем воды в бассейнах, так как после изъятия части ершей поднявшийся в результате мусор может забить колпаки на стаканах, поэтому следует при необходимости своевременно чистить сито щеткой. Постепенно начинают понижать температуру воды, доводя ее до температуры в выростных прудах, что позволяет избежать температурного стресса при зарыблении.

На следующий день начинают вылавливать личинок. Вылов производят уловителем из мельничного газа, представляющим собой деревянную рамку с мешком из сита. В мешке не должно быть складок по углам, в которые будут попадать личинки и гибнуть. Кроить мешок нужно так, чтобы углы были закругленными.

Наибольшее количество личинок в это время скапливается под водоподачей. Следует плавно проводить уловитель над лежащими на дне емкости ершами, которые не дают подниматься в этот момент мертвой органике со дна ванны. Выловленных личинок подсчитывают объемным методом.

Таким образом, отлавливают примерно 70% находящихся в ванне личинок. После этого перекрывают поступление воды в емкость, поднимают сливную трубу выше уровня воды в ванне, тем самым прекращая сброс воды из ванны. Достают стакан с натянутым ситом и поролоновую прокладку под ним. Так же вынимают оставшихся в ванне ершей. В течение 15–20 мин. дают воде в емкости отстояться. В это время устанавливают уловитель в сливной лоток, уровень воды в котором поднимают за счет его закрытия шандорой на необходимую глубину. Уровень воды в сливном лотке должен быть таким, чтобы сито уловителя полностью находилось в воде. Если сито уловителя не будет находиться в воде, то поступающая из ванны вместе с водой личинка будет прижиматься к стенкам уловителя под давлением быстро уходящей воды и травмироваться. Далее пускают воду из ванны в уловитель, под небольшим напором постоянно контролируя этот процесс. Таким образом, слив воды из ванны происходит до тех пор, пока в водослив не начинает затягиваться мусор, скопившийся на дне ванны.

После подсчета в эмалированных тазиках личинок переносят в живорыбную емкость, заполненную речной водой. После транспортировки к выростным прудам производят слив воды вместе с личинками через шланг, обычно на притоке пруда. Выход трехдневных личинок на одну самку составляет 150 тыс. шт., в то время как при применении естественного нереста в третьей зоне рыбоводства - 90 тыс.

В летнематочные пруды производителей высаживают отдельно: самок – 150, самцов – 200 шт./га.

В летний период проводят контроль за ходом нагула рыбы. Ежедневно измеряют температуру воды, содержание кислорода. Кормление производителей осуществляют комбикормами рецепта 110-1 при одно-двукратном внесении корма. Суточную дозу корма определяют по действующим нормам. Через 3–4 ч после раздачи корма, а также утром на кормовых точках проверяют поедаемость корма. При плохой поедаемости дозу корма снижают на 50%; если остатки корма сохранились и на второй день, то рыбу в этот день не кормят. Не реже одного раза в месяц проводят контрольный лов производителей. Пойманную рыбу взвешивают, обследуют на наличие заболеваний, определяют массу и прирост.

Облов летнематочных прудов начинают при температуре 8–10°C. Перевозку производителей осуществляют в брезентовых чанах при соотношении воды и рыбы 5:1 (при длительности перевозки 1 ч). При транспортировке производителей соблюдают все меры предосторожности для исключения травматизации рыб.

В течение зимовки производителей наблюдают за водообменом, температурным и газовым режимами прудов, освобождают контрольные проруби ото льда. Ежедневно контролируют подход рыбы к прорубям или на приток. В случае подхода производителей к прорубям или на водоподачу проводят контрольный отлов рыб и осуществляют ихтиопатологические исследования. Для зимовки производителей в рыбоводном хозяйстве «Белое» потребуется 3,1 га зимних прудов.

Литература

Курапова Т.М., Хрусталева 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.

Распоряжение Департамента министерства сельского хозяйства РБ на территории Беларуси при воспроизводстве карпа использовать полужавской способ получения потомства независимо от рыбоводной зоны. – 2010. <http://www.mshp.minsk.by/structure/branches/>

Рыбоводно-биологическое и экономическое обоснование использования высокоинтенсивной технологии выращивания рыбы в опытном рыбхозе «Белое» (технология производства рыбы в опытном рыбхозе «Белое»). - М.: НПО «ПОЛИТОН», 1990. - 481 с.

Черномашенцев А.И., Мильштейн В.В. Рыбоводство. - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. - 272 с.

FEATURES OF CARP BROODSTOCK CULTIVATION IN FISH FARMS "WHITE"

V.Y. Kanash¹, T.M. Kurapova²

¹Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, vadimka.kanash@mail.ru

²Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, tkurapova@inbox.ru

The article describes the features of the spawning of fish farm in the "White", located in the Republic of Belarus in the third zone of aquaculture. On the farm carp offspring obtained by applying the method and the semi-works natural spawning, which is associated with a large area of the economy.

[СОДЕРЖАНИЕ](#)

ДИНАМИКА РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ ОЗЕРА ГАЛИЧСКОЕ, ЕГО ПРОДУКЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И СОСТОЯНИЕ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

Р.К. Катаев, А.Е. Минин, В.В. Вандышева

Нижегородское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Нижний Новгород, gosniorh@list.ru

Озеро Галичское является одним из важнейших рыбопромысловых водоемов Костромской области, и от состояния его рыбных запасов во многом зависят объемы добычи в целом по региону.

Целью настоящей работы являются анализ динамики рыбного населения озера и оценка его продукционных возможностей.

Материалом для исследования послужили литературные источники (Вальмус, Правдин, 1923; Печников, 1981; Руденко, 2000), отчеты о научно-исследовательской работе ИБВВ АН РАН им. Папанина (период с 1946 по 1997 г.). Современный период (с 2008 по 2015 г.), кроме того, проанализирован на основании собственных данных по уловам мелкоячеинных неводов (шаг ячеи 6 и 10 мм, длина 400 м) и набора ставных сетей с шагом ячеи 14-75 мм, а также данных промысловой статистики. Общая численность рыб определялась методом прямого учета (Печников, Терешенков, 1986; Сечин, 1990, 2010) с последующим сглаживанием значений для снижения межгодовых флуктуаций. В ходе работ анализировались изменения, связанные с экологическими факторами и прессом промысла (Шибанев, 2004).

Озеро Галичское является уникальным продукционным водоемом для умеренной зоны Российской Федерации, трофический статус которого оценивается как гипертрофный (Руденко, 2000; Постнов, 2005). Озеро расположено на севере Костромской области и представляет собой мелководный слабопроточный водоем с типичными глубинами 1,0–1,5 м. Его длина – 16,7, наибольшая ширина – 5,6 км. При отметке 100,5 м площадь составляет 7660, в летнее время - около 7200 га. В озеро впадает несколько рек, но основными являются реки Глушица и Челсма. Сток осуществляется за счет р. Векса, через которую озеро соединяется с бассейном р. Волги.

Высокая трофность Галичского озера обеспечивает его высокую рыбопродуктивность. Издавна водоем славился богатством своих рыбных запасов. Одно из первых документированных научных упоминаний об обилии рыбной продукции озера приведено в работе Л.С. Берга "Рыбы прѣсныхъ водъ Россійской Имперіи" (1916) со ссылками на еще более ранние свидетельства. По данным профессора И.Ф. Правдина, промысловую рыбопродуктивность в начале 1920-х гг. можно оценить в 150 кг/га. Профессор П.Г. Борисов в 30-х гг. прошлого века, оценивая его рыбопродуктивность, характеризовал озеро как "явление необычное для наших широт" (Оценка современного состояния..., 1996). Промысловая продуктивность озера в первой половине 20 века достигала 130 кг/га,

что значительно превосходило уловы в большинстве озер Центральной зоны европейской части России. Современная оценка ихтиомассы и продуктивности водоема проведена профессором Г.П. Руденко (2000). По его данным, ихтиомасса в Галичском озере составляет 368 кг/га, фактическая, а не промысловая рыбопродукция – 286 кг/га, а биологически обоснованный вылов – 93 кг/га, или 700 т с водоема.

При средней площади озера в 7,5 тыс. га добыча рыбы в нем превышает вылов со всего Горьковского водохранилища площадью 157 тыс. га. В первой половине 20 века объем добычи с Галичского озера превышал 1000 т (Вальмус, Правдин, 1923). Количество неводов на лову составляло 20-28 штук. В 1940-1970-е гг. с использованием в среднем 7 неводов добывалось около 600 т рыбы. С 1978 г. на озере ограничили число рыболовецких бригад до 4. В результате годовые уловы снизились до 260-340 т/год, промысловая рыбопродуктивность при этом составляла 34-47 кг/га. В 1989 г. был введен запрет на использование мелкочейных неводов, и в этот год выловлено минимальное количество рыбы - 140 т. Далее, в 1990-е гг., на озере был установлен годовой лимит вылова - 300 т, который в 1997 г., по рекомендации Института биологии внутренних вод (РАН), был увеличен до 400 т. С 1999 по 2003 г. на Галичском озере добывалось в среднем 420 т рыбы с использованием 5-6 неводов. Вообще анализ зависимости уловов на усилие показывает, что на исследуемом водоеме количество вылавливаемой рыбы пропорционально количеству работающих неводов и достаточно точно ($R^2 = 0,81$) описывается уравнением

$$Y = 35.036x^{1.4221},$$

где Y - улов в т;

x - число неводов.

С принятием Федерального Закона о рыболовстве (О рыболовстве..., 2004) и проведением реформ по организации промысла неводной промысел с 2004 по 2012 г. практически не велся. Среднегодовой вылов за этот период составил 57 т. С 2013 г. начался более интенсивный лов, и среднегодовой улов за последние три года достиг 140 т.

Состав рыбного населения оз. Галичского за весь период исследований включает 22 вида (табл. 1). Со временем в структуре рыбного сообщества нередко происходили изменения. Во все периоды исследования озера постоянно встречались только восемь видов: ерш, густера, лещ, линь, окунь, плотва, щука и язь. Начиная с 1970-х гг. по настоящее время в уловах стабильно наблюдается судак, образовавший местную популяцию (Оценка современного состояния..., 1996, 1997).

Таблица 1. Состав рыбного населения оз. Галичского по данным различных исследователей

Виды рыб	Правдин, 1923	Данные ИБВВ РАН, ГосНИОРХ					Данные Нижегородской лаборатории ГосНИОРХ
	1920-е гг.	1940-е гг.	1960-е гг.	1970-е гг.	1990-е гг.	2005-2015 гг.	
Верховка	-	-	+	-	-	-	-
Вьюн	+	+	+	-	+	-	-
Голец	-	-	+	-	-	-	-
Густера	+	+	+	+	+	+	+
Ерш	+	+	+	+	+	+	+
Жерех	-	-	+	-	-	+	+
Карась	+	+	-	+	-	+	+
Красноперка	-	-	-	-	-	+	+
Лещ	+	+	+	+	+	+	+
Линь	+	+	+	+	+	+	+
Налим	+	+	+		+	-	-
Окунь	+	+	+	+	+	+	+
Плотва	+	+	+	+	+	+	+
Пескарь	+	-	-	-	-	-	-
Сазан	-	-	+	-	+	-	-
Сом	+	-	+	-	+	+	+
Судак	+	-	-	+	+	+	+
Уклея	-	-	-	-	+	+	+
Чехонь	-	-	-	-	+	+	+
Щиповка	-	-	+	-	-	-	-
Щука	+	+	+	+	+	+	+
Язь	+	+	+	+	+	+	+
Всего видов	14	11	16	10	15	15	

Примечание. «+» – вид отмечен; «-» – вид не отмечен; «+*» – вид отмечен по опросным данным.

Обращает на себя внимание тот факт, что состав ихтиоценоза оз. Галичского формируется не только из постоянно обитающих в нем видов, но и из приходящих на нерест из Горьковского водохранилища. Работами сотрудников ИБВВ РАН им. И.Д. Папанина доказаны нерестовые и покатные миграции рыб между Горьковским водохранилищем и рассматриваемым озером. В частности, в их трудах указывается, что водоем «служит в качестве одного из мест нереста волжского леща, заходящего из Горьковского водохранилища, и местом нагула его молоди», «вероятный вклад эмигрантов из озера Галичского в промысловое стадо леща Горьковского водохранилища в среднем составляет 4-5%, максимум (в случае полного возврата) - 10%» (Оценка современного состояния..., 1996, 1997). Исследователи отмечают подобные миграции также для части популяций судака, сазана, густеры, жереха, сома и чехони.

Структура рыбного населения оз. Галичского значительно изменялась по годам, в первую очередь - вследствие колебаний уровня и, соответственно, газового режима озера. В связи с этим с течением времени изменялось и ядро ихтиоценоза. Так, в 1940-е гг. в уловах преобладали мелкие плотва, окунь и ерш (табл. 2).

Таблица 2. Состав доминирующих в промысловых уловах видов рыб оз. Галичского

Данные ИБВВ РАН, ГосНИОРХ						Данные Нижегородской лаборатории ГосНИОРХ
1940-е	1950-е	1960-е	1970-е	1980-е	1990-е	2008-2015 гг.
Плотва	Плотва	Ерш	Ерш	Плотва	Лещ	Лещ
Ерш	Ерш	Окунь	Плотва	Окунь	Плотва	Плотва
Окунь	Окунь	Плотва	Густера	Лещ		Щука
Лещ	Густера	Густера	Лещ			

В 1950-е гг. к группе доминирующих видов добавляется густера. В данный период на водоеме периодически возникали заморы, но состав уловов изменялся незначительно (Терещенко, 2005). В 1960-1970-е гг. в связи с осушением приозерной котловины и вырубкой лесов понизился уровень воды, ухудшился кислородный режим озера, зимние заморы стали ежегодным явлением. В это же время происходят изменения в структуре доминирующего комплекса видов – ерш становится супердоминантом (50% улова по массе), а плотва и окунь остаются доминантами (Терещенко, 2005). С середины 1970-х постепенно повышаются объемы вылова леща, а начиная с 1977 г. из промысла исчезает ерш как товарная рыба (Оценка современного состояния..., 1996). В 1978-1979 гг. были расчищены устья впадающих в озеро рек, что повысило уровень воды в озере более чем на 0.5 м, улучшило кислородный режим и прекратило зимние заморы (Терещенко, 2005). Для этого периода доминирующими по биомассе видами являются плотва, окунь и лещ (Печников, 1981). Проведенные мелиоративные мероприятия оказали значительное воздействие на структуру рыбного населения, и к 1990-м гг. (до настоящего времени) превалирующим видом на водоеме становится лещ (рис. 1).

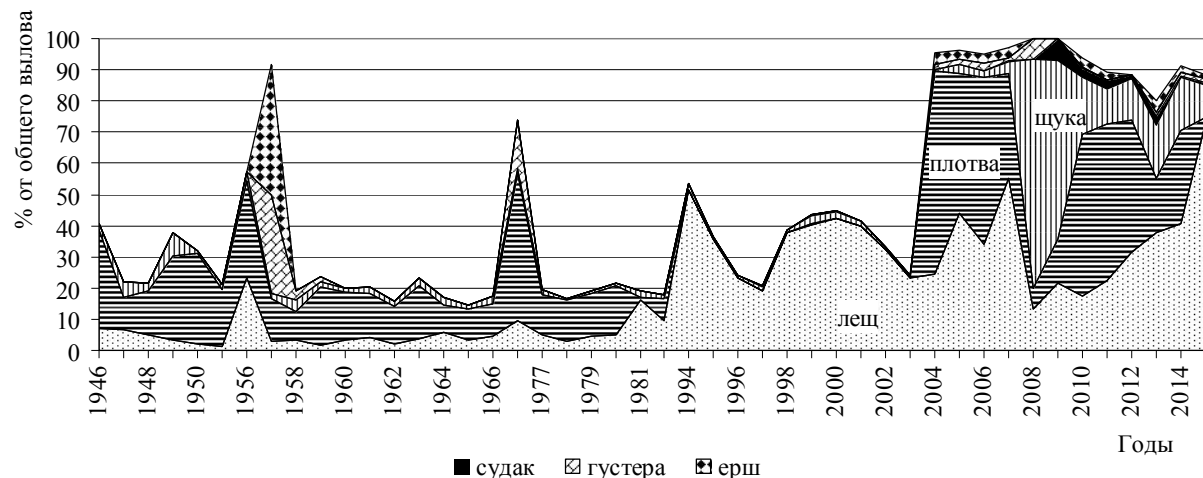


Рисунок 1. Доля вылова основных промысловых видов рыб на оз. Галичском

Резкое сокращение неводного промысла с 2004 г. привело к увеличению численности мелкочастиковых рыб, в частности плотвы, уловы которой значительно возрастали вплоть до 2008 г. Данное обстоятельство, в свою очередь, вызвало вспышку численности хищных видов - щуки и судака (см. рис. 1).

В настоящее время в группу доминирующих видов, как и в 1990-е гг., входят лещ и плотва, составляющие порядка 70% промысловых уловов. Кроме этих двух видов значительно повысился объем вылова щуки, доля которой в общей добыче за последние пять лет равна 14%.

Поскольку в настоящее время на Галичском озере ведутся разнотипные виды промысла рыбы - неводной и сетной, вызывает интерес сравнение их результативности (табл. 3). В целом на основании данных сетных уловов структура рыбного населения более разнообразна и выровнена. Лишь в данном виде промысла отмечены линь и виды, мигрирующие из Горьковского водохранилища и не имеющие оформленной популяции в озере, такие как жерех и чехонь.

Рассматривая структуру промысловых уловов, нельзя обойти вниманием специфику размерного состава отловленных рыб. Так, селективность сетного лова напрямую направлена на добычу рыбы, достигшей промысловых размеров, и не дает полной картины структуры рыбного населения. В то же время состав уловов мелкочастиковым неводом по большей части состоит из молоди различных видов рыб ввиду того, что оз. Галичское является, по сути, огромным нерестилищем. Исторически сложилось выделять данную группу как «Неразборная мелочь» или «Мелочь 3 группы». В 2001-2003 гг. эта группа занимала примерно 70% от общей добычи рыбы из водоема, а еще раньше промысловые уловы до 80% состояли из данной размерной группы.

Таблица 3. Структура (%) промысловых уловов различных видов рыб оз. Галичского в 2012-2015 гг. в зависимости от вида лова

Виды рыб	Невод		Сети	
	Численность	Биомасса	Численность	Биомасса
Густера	7,0	3,5	11,7	8,5
Ерш	13,9	3,3	0,7	0,1
Жерех	-	-	0,0	0,0
Карась	0,0	0,6	17,1	15,9
Красноперка	0,3	0,3	0,0	0,0
Лещ	51,2	73,5	36,8	32,0
Линь	-	-	4,9	9,6
Окунь	1,5	0,5	8,1	6,2
Плотва	15,3	4,1	8,2	5,6
Судак	1,0	1,7	4,3	5,7
Уклея	9,6	2,6	0,5	0,0
Чехонь	-	-	0,0	0,0
Щука	0,2	9,7	7,3	15,7
Язь	0,0	0,2	0,4	0,7
Индекс Шеннона	2,1	1,5	2,7	2,8
Индекс Пielу	0,6	0,4	0,7	0,7

Оценка численных показателей рыбного населения в период исследований (2008-2015 гг.) показала, что доля «Неразборной мелочи» составляет в среднем 95% от общей численности и 57% от общей биомассы рыб рассматриваемого озера, а размеры отдельных особей достигают 21 см, но в целом находятся в пределах 5-15 см.

Состав и структура группы «Неразборная мелочь» и группы рыб товарных размеров значительно различаются (табл. 4). Так, в «Неразборной мелочи» отмечено 11 видов рыб, среди которых наибольшую численность и биомассу имеют лещ, плотва, уклея и ерш. В группе же рыб товарных размеров зафиксировано 9 видов, а преобладающее положение занимают лещ, щука и судак.

Несмотря на значительные колебания показателей численности и биомассы в отдельные годы, состав доминирующих видов в уловах промысловым неводом достаточно стабилен (рис. 2, 3). Так, по показателям относительной численности возможно выделить четыре основных вида – это лещ, плотва, уклея и ерш. Лещ стабильно занимает преобладающее положение в составе сообщества во все годы исследований с конца 1980-х гг., при этом обращает на себя внимание факт роста численных показателей вида в течение последних четырех лет, чему способствовал благоприятный уровеньный режим в последние годы. Плотва также стабильно занимает свою нишу в структуре рыбного населения оз. Галичского. Так, с 2008 по 2015 г. доля вида не снижалась менее чем на 10%, в среднем составляя 15% от общей численности. Более существенные изменения происходят с популяциями уклеи и ерша. Периодически доля того и другого вида в сообществе достигала 20%, но в период 2012-2015 гг. наблюдается значительное снижение влияния каждого вида

на структуру сообщества. И если доля уклей к настоящему времени стабилизировалась на уровне 5%, то численность ерша интенсивно падает, и в 2015 г. составляет уже только 3% от общей численности. Скорее всего, данный факт явился следствием значительного увеличения численности леща, с которым ерш состоит в напряженной пищевой конкуренции. Нишу ерша частично занимает густера, численность которой в последние годы также имеет тенденцию к увеличению. Следует отметить группу «Прочие виды», куда отнесены красноперка, карась и язь. Хотя их доля достигает 10% от общей численности, в уловах данные виды отмечаются крайне нестабильно (встречаемость каждого менее 50% за 8 лет исследований).

Таблица 4. Структура (%) неводных уловов различных видов рыб оз. Галичского в зависимости от промысловой группы в неводных уловах 2008-2015 гг.

Виды рыб	Неразборная мелочь		Товарная рыба	
	Численность	Биомасса	Численность	Биомасса
Густера	4,5	4,6	0,1	0,0
Ерш	13,8	7,2	-	-
Карась	0,0	0,0	0,3	1,0
Красноперка	4,2	3,7	0,1	0,1
Лещ	42,7	57,7	66,9	61,6
Окунь	3,5	2,1	0,0	0,0
Плотва	17,0	16,9	0,1	0,1
Судак	0,6	0,8	3,0	6,6
Уклея	13,6	6,9	-	-
Щука	0,0	0,0	29,3	30,4
Язь	0,0	0,0	0,1	0,2

Структура рыбного населения по показателям относительной биомассы имеет более стабильную картину, чем по численности. Достаточно постоянную долю в сообществе имеют щука (в среднем 10% от общей биомассы), уклей (3%) и судак (2%). Для отдельных видов динамика биомассы напрямую отражает изменения численности. Так, рост численных показателей густеры и снижение таковых у ерша и окуня соответственно отражается на динамике биомассы перечисленных видов (см. рис. 3). Следует отметить, что начиная с 2012 г. наблюдается уменьшение средних размеров особей в популяциях леща и плотвы, что свидетельствует о высокой численности их молоди.

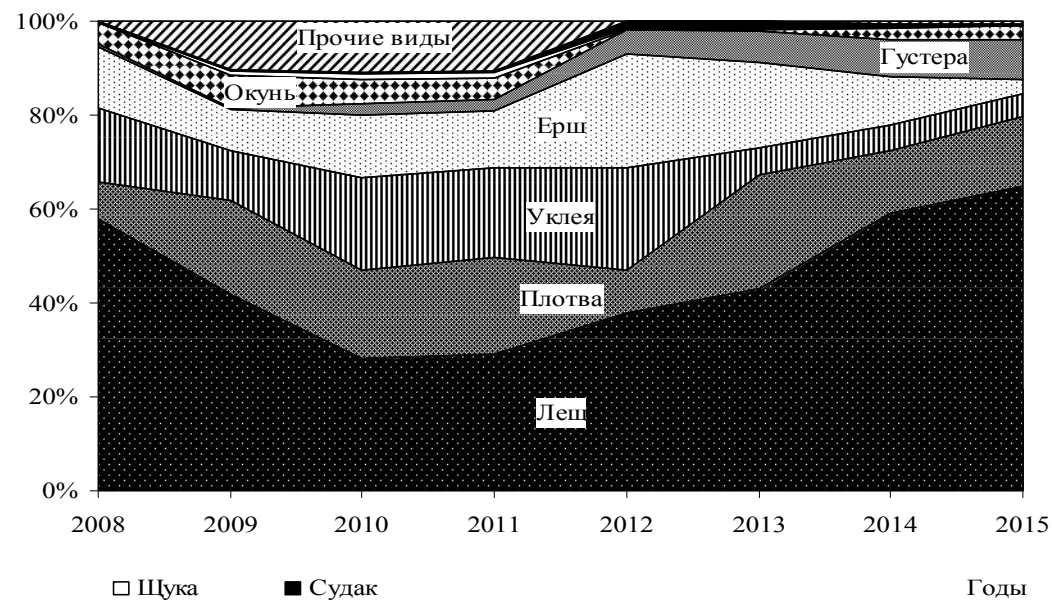


Рисунок 2. Доля видов в сообществе по показателям относительной численности в различные годы исследований оз. Галичского

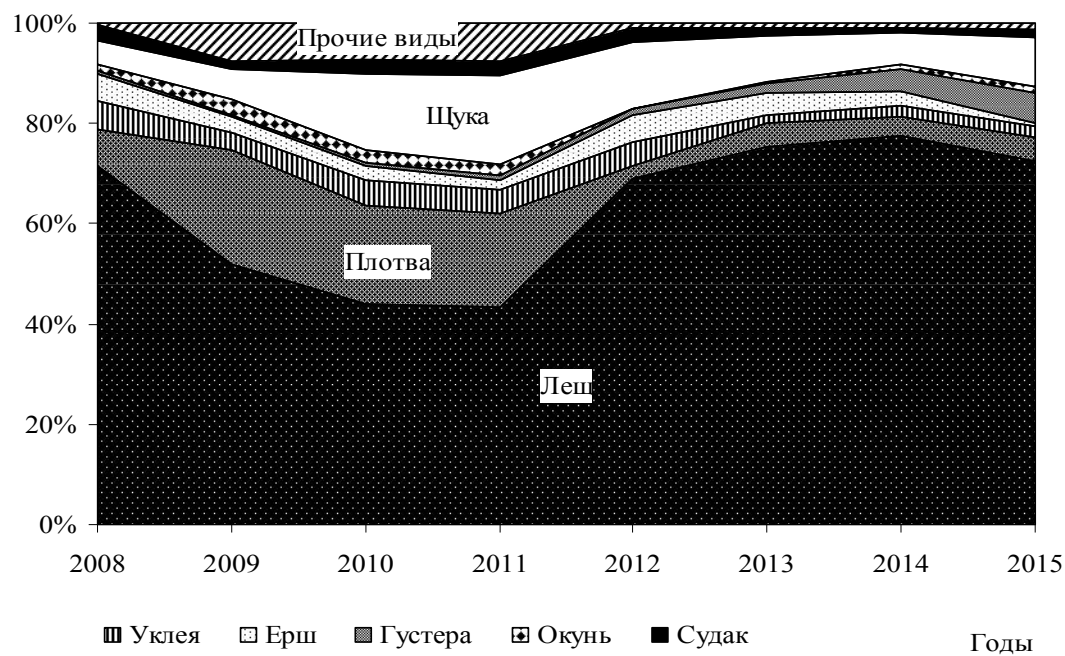


Рисунок 3. Доля видов в сообществе по показателям относительной биомассы в различные годы исследований оз. Галичского

Таким образом, за все время исследований рыбное население в оз. Галичском составило 22 вида. Однако если видовой состав рыб не претерпел сильных изменений за весь почти столетний период, то структура рыбного населения значительно менялась в зависимости от экологических факторов и характера ведения промысла на водоеме. Не изменилась также и рыбопродуктивность озера, которая остается на очень высоком уровне. Данное обстоятельство еще раз подчеркивает важность Галичского озера как рыбохозяйственного водоема.

Литература

Вальмус С.Г., Правдин И.Ф. Материалы по обследованию Галичского озера // Труды Галичского отделения Костромского научного общества по изучению местного края. - Галич, 1923. - 36 с.

Методы рационального ведения рыбного хозяйства на водоемах Костромской области. - Отчет НИР Псковск. отд-ния ГосНИОРХ. - Псков, 1989. – 92 с.

О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов. Федеральный закон N 166-ФЗ от 20 декабря 2004 года. Принят Государственной Думой 26 ноября 2004 года. Одобрен Советом Федерации 8 декабря 2004 года.

Оценка современного состояния основных промысловых рыб оз. Галичского, его значение в воспроизводстве рыбных запасов Горьковского водохранилища. - Отчет НИР промежуточный. – Борок: ИБВВ РАН, 1996. – 66 с.

Оценка современного состояния основных промысловых рыб оз. Галичского, его значение в воспроизводстве рыбных запасов Горьковского водохранилища. - Отчет НИР заключительный. – Борок: ИБВВ РАН, 1997. – 74 с.

Печников А.С. Ихтиомасса как показатель биопродукционных возможностей озер Галичского и Чухломского // Сб. науч. трудов «ГосНИОРХ». - 1981. - Вып. 164. - С. 75-83.

Печников А.С., Терешенков И.И. Методические указания по сбору и обработке ихтиологического материала в малых озерах. - Л.: изд. ГосНИОРХ, 1986. - 65 с.

Постнов Д.И. Состояние популяции леща и других промысловых рыб Галичского озера Костромской области // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России: сборник материалов IV Междунар. научно-практ. конф. – Пенза: РИО ПГСХА, 2005. – С. 193-194.

Руденко Г.П. Продукционные особенности ихтиоценозов малых и средних озер Северо-Запада и их классификация. – СПб.: изд. ГосНИОРХ, 2000. – С. 82-83.

Сечин Ю.Т. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоемах. - М.: ВНИИПРХ, 1990. - 50 с.

Сечин Ю.Т. Биоресурсные исследования на внутренних водоемах. - Калуга, 2010. – 204 с.

Терещенко В. Г. Динамика разнообразия рыбного населения озер и водохранилищ России и сопредельных стран. Автореф. докт. дис. - СПб., 2005. - 49 с.

Шибяев С.В. Системный анализ в рыбохозяйственных исследованиях. - Калининград: КГТУ, 2004. – 312 с.

THE DYNAMICS OF THE FISH POPULATION OF THE LAKE GALICH, ITS POTENTIAL PRODUCTIVITY AND A STATE IN THE MODERN PERIOD

R.K. Kataev, A.E. Minin, V.V. Vandyшева

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Nizhny Novgorod, gosniorh@list.ru

On the base of literature data and our own research, fishery characteristic of the Lake Galichskoe is presented. We consider the changes in the fish stocks structure, the composition of the dominant group of species and fish productivity under the influence of environmental conditions and fishery press. It is presented a detailed description of the current state of the fish population in the modern period 2008-2015.

СОДЕРЖАНИЕ

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ХАРИУСА В РЕКАХ ЗЕМЦОВКА И ЧИРЯДКА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. Комарова

Вологодское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», г. Вологда, komarowa.aleks@yandex.ru

Введение. Европейский хариус (*Thymallus thymallus* (L.)) широко распространен в водоемах Вологодской области, а его популяции из водотоков Верхневолжского бассейна занесены в Красную книгу Российской Федерации (Красная книга, 2001). Численность и распространение хариуса по территории области зависят от таких параметров водотоков, как скорость течения, насыщенность воды кислородом, температура, наличие и доступность кормовой базы, характер растительности по берегам, степень антропогенной трансформации водосборов. Первые исследования популяций хариуса показали, что наиболее высокая его численность отмечается в водотоках юго-восточной части Вологодской области - в бассейнах рек Унжы и Юга (Комарова, Борисов, 2014). В условиях Вологодской области хариус обитает преимущественно в небольших по величине реках, где формируются наиболее благоприятные условия для его размножения и роста. Изучение особенностей питания хариуса имеет большое значение для оценки состояния популяций редких охраняемых видов. Цель работы – выявить особенности питания хариуса европейского в реках Земцовка и Чирядка и оценить роль донных беспозвоночных в его пищевом рационе.

Методика. Сбор материала для исследования осуществлялся в июне 2015 г. на реках Земцовка и Чирядка в Никольском и Кичменгско-Городецком районах Вологодской области. Лов рыбы проводился с использованием электролова. Одновременно на участках облова отбирались пробы дрифта и бентоса. Всего собрано и обработано 44 экз. хариуса из р. Земцовка и 50 – из р. Чирядка. Полный биологический анализ рыб проводился на свежем материале согласно общепринятым методикам (Правдин, 1966). Для изучения питания желудка рыб фиксировались в 4%-ном растворе формальдегида. Обработка материалов по питанию осуществлялась по стандартным методикам (Методическое пособие., 1974). Для количественной и качественной оценки содержимого желудков рассчитывались: численность (N), биомасса (P), частота встречаемости (F) и индекс относительной значимости (IR – index of relative significance). $IR = (F_i \cdot P_i / \sum F_i \cdot P_i) \times 100\%$, где F_i – частота встречаемости каждого вида корма, P_i – доля по массе, i – меняется от 1 до n (n – число видов кормовых организмов в пищевом комке) (Попова, Решетников, 2011).

Результаты. Исследуемые реки Земцовка и Чирядка по показателям длины относятся к категории очень малых водотоков. Река Земцовка является левобережным притоком р. Кема, относится к бассейну верхней Волги и имеет длину 6,9 км. На исследуемом участке ширина реки составляла 3-4 м, глубина – 30-40 см, средняя скорость течения – 0,22 м/с, содержание растворенного кислорода на момент обследования – 10,3 мг/л, насыщение кислородом – 102%, температура воды – 17,1 °С. Донные отложения представлены песком, местами заиленным, также отмечен растительный опад; высшая водная растительность развита слабо.

Река Чирядка является правобережным притоком р. Юг, относится к бассейну Белого моря и имеет длину 8,2 км. В пределах исследуемого участка средняя ширина реки составила 4-5 м, глубина – 15-20 см, средняя скорость течения – 0,56 м/с, содержание растворенного кислорода – 10,1 мг/л, насыщение кислородом – 106%, температура воды – 17,8⁰С. Донные отложения имеют каменистый и каменисто-песчаный характер; в русле отмечены коряги и полузатопленные деревья; высшая водная растительность развита слабо. Определяющее влияние на питание хариуса в изучаемых реках оказывают состав и количественные показатели донных сообществ, качественный состав и интенсивность дрефта.

На исследуемых участках рек Земцовка и Чирядка сообщества зообентоса были достаточно разнообразны и представлены Oligochaeta, Hirudinea, Gastropoda, Bivalvia, Plecoptera, Ephemeroptera, Sialidae, Coleoptera, Trichoptera, Diptera, в том числе Chironomidae и Simuliidae. Наиболее разнообразен как по качественному составу, так и по уровню развития зообентос р. Земцовка. Показатели средней биомассы бентосных организмов в этом водотоке составили 9,49 г/м², тогда как в р. Чирядка биомасса в 2,5 раза ниже - 3,59 г/м². В р. Земцовка по численности преобладали личинки Trichoptera (220 экз./м²), Ephemeroptera (160 экз./м²) и Chironomidae (120 экз./м²) (рис. 1). Основу биомассы зообентоса формировали крупные и наиболее ценные как кормовые объекты личинки ручейников, биомасса которых достигала величины 9,07 г/м². В р. Чирядка зообентосное сообщество было представлено более мелкими организмами, о чем свидетельствуют в сравнении с р. Земцовка (740 экз./м²) более высокие показатели численности (5328 экз./м²) на фоне низкой биомассы. Наиболее высокой численностью в бентосном сообществе р. Чирядка отличается группа Chironomidae (2475 экз./м²) и личинок Ephemeroptera (1967 экз./м²). Меньшую долю по численности занимали личинки Plecoptera (316 экз./м²), Diptera (236 экз./м²), Simuliidae (143 экз./м²) и Coleoptera (140 экз./м²). Основу биомассы в зообентосе р. Чирядка составляли личинки Ephemeroptera – 2,31 г/м². Таким образом, сравнительный анализ состояния бентосного сообщества исследуемых водотоков показал, что большую кормовую ценность для хариуса имеет зообентос в р. Земцовка. Это связано с высокой численностью таких крупных кормовых объектов, как личинки Trichoptera.

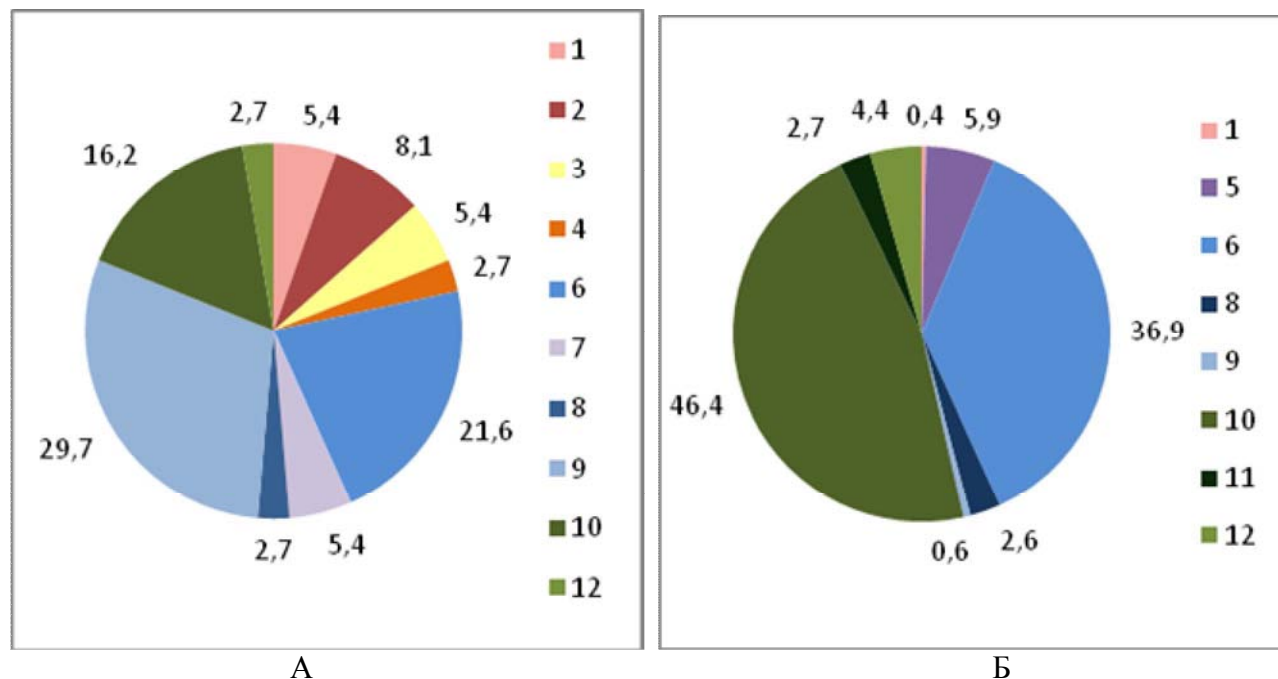


Рисунок 1. Соотношение по численности (%) основных групп зообентоса рек Земцовка (А) и Чирядка (Б) в июне 2015 г.:

1 – Oligochaeta, 2 – Hirudinea, 3 – Gastropoda, 4 – Bivalvia, 5 – Plecoptera, 6 – Ephemeroptera, 7 – Sialidae, 8 – Coleoptera larv., 9 – Trichoptera, 10 – Chironomidae, 11 – Simuliidae, 12 – прочие Diptera

Показано, что дрейф в исследованных водотоках по сравнению с бентосными сообществами менее разнообразен. В дрейфе рек Земцовка и Чирядка обнаружены представители Gastropoda, Ephemeroptera, Trichoptera, личинки Coleoptera, Diptera, в том числе Chironomidae, Simuliidae (рис. 2). В дрейфе р. Земцовка наибольшую долю по численности занимали личинки Simuliidae (264 экз./м³), Chironomidae (176 экз./м³) и Ephemeroptera (110 экз./м²). В дрейфе р. Чирядка по численности доминировали личинки Chironomidae (2520 экз./м³), Ephemeroptera (2100 экз./м³), Plecoptera (1680 экз./м³) и Simuliidae (1596 экз./м³), по массе – личинки Ephemeroptera (2,17 г/м³) и Chironomidae (0,66 г/м³). Сравнительный анализ показал, что интенсивность дрейфа была значительно выше в р. Чирядка (8362 экз./м³ и 3,70 г/м³) в сравнении с р. Земцовка (704 экз./м³ и 1,87 г/м³). Несмотря на высокую численность дрейфа в р. Чирядка, его кормовая ценность для хариуса выше в р. Земцовка, что связано с развитием в этом водотоке крупных личинок Trichoptera.

Ихтиофауна водотоков была представлена преимущественно типичными для региона реофильными видами. В составе уловов в р. Земцовка отмечены европейский хариус, усатый голец, обыкновенный подкаменщик, налим, щука, а в р. Чирядка – европейский хариус, усатый голец, речной гольян, обыкновенный подкаменщик и елец. Доминирующим видом в обеих реках являлся европейский хариус, доля которого в уловах достигала 70-80%.

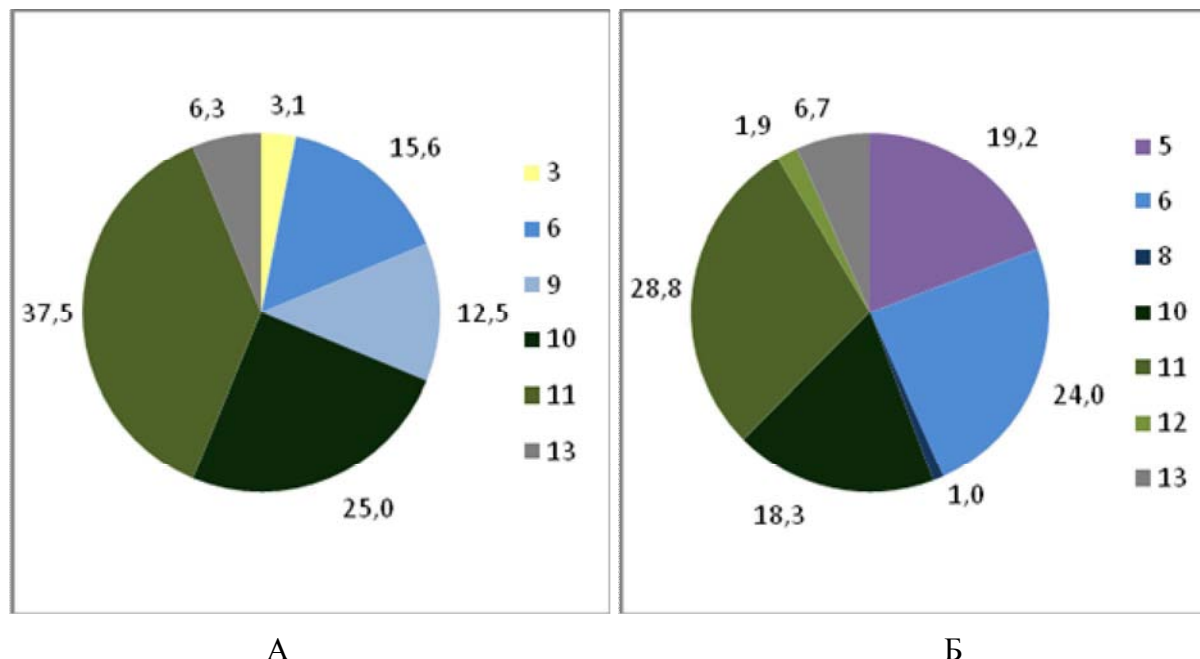


Рисунок 2. Соотношение по численности (%) основных групп организмов дрефта рек Земцовка (А) и Чирядка (Б) в июне 2015 г.:
 3 – Gastropoda, 5 – Plecoptera, 6 – Ephemeroptera, 8 – Coleoptera larv., 9 – Trichoptera, 10 – Chironomidae, 11 – Simuliidae,
 12 – прочие Diptera, 13 – прочие насекомые

В структуре уловов в р. Земцовка отмечены особи хариуса длиной от 9,0 до 17,1 см, в среднем – 13,6, массой – от 6,3 до 65,0 г, в среднем – 30,2. Возрастная структура представлена особями в возрасте 1+–3+, из которых 97% по численности приходилось на долю двух-трехлетних рыб. В половой структуре самки составляли 39,0, самцы – 43,9, ювенильные особи – 17,1%. Длина и вес хариусов в р. Чирядка варьировали от 8,3 до 16,5 см, (в среднем – 11,1) и от 4,6 до 53,4 г (в среднем – 18,3) соответственно. В уловах были отмечены рыбы в возрасте 0+–2+, среди которых большую часть составляли двухлетние особи (90%). Соотношение полов характеризуется значительным доминированием самок. Их доля была равна 56,6%, в то же время доля самцов – 24,5, ювенильных особей – 18,9%.

Проведенный анализ питания хариуса р. Земцовка выявил в составе пищевого комка представителей 25 таксономических групп (см. таблицу), из которых на долю воздушных и наземных организмов приходилось 36,5% по численности и 69,7% по биомассе, на долю водных организмов – соответственно 63,5 и 30,3%. В группе воздушных и наземных организмов по численности преобладали имаго Diptera (14%), Formicidae (3,2%) и Arachnida (2,6%), единично отмечались Mecoptera (1,4%), Hymenoptera (1,4%) и имаго Coleoptera (1,4%). По биомассе доминировали Lumbricina (38,2%), которые, вероятно, попадали в водоток при эрозии берегов, а также имаго Diptera (7,1%). Незначительную долю по массе занимали Aphidoidea (0,4%) и имаго Coleoptera (0,8%). В группе водных организмов по численности превалировали Chironomidae (23,6%), личинки Simuliidae (6,0%) и Ephemeroptera (5,8%), единично

отмечались Hydracarina, Hirudinea, личинки Ceratopogonidae и Athericidae, а также планктонные ракообразные (Cyclopoida). По биомассе в питании значительную часть занимали личинки Trichoptera (15,8%).

Пищевой спектр хариуса в реках Земцовка и Чирядка в июне 2015 г., %

Таксон	Река Земцовка, %				Река Чирядка, %			
	N	F	P	IR	N	F	P	IR
Воздушные и наземные организмы	36,5	100,0	69,7	59,4	38,3	100,0	61,9	59,5
Lumbricina	2,9	36,4	<u>38,2</u>	31,9	1,4	13,3	<u>22,3</u>	15,6
Arachnida	2,6	40,9	3,3	3,1	2,7	20,0	4,8	5,1
Plecoptera	2,0	27,3	6,4	4,0				
Aphidoidea	2,0	18,2	0,4	0,2				
Mecoptera	1,4	4,5	3,3	0,3	1,4	6,7	2,1	0,7
Coleoptera	1,4	18,2	0,8	0,3	2,5	46,7	1,8	4,4
Trichoptera	2,4	18,2	6,1	2,6				
Hymenoptera	1,4	9,1	1,3	0,3	1,4	6,7	<u>15,8</u>	5,5
Formicidae	3,2	45,5	1,7	1,8	<u>8,3</u>	46,7	2,9	7,1
Diptera im.	<u>14,0</u>	90,9	<u>7,1</u>	14,9	<u>11,7</u>	80,0	5,0	21,1
Прочие	3,4		1,0		9,0		7,3	
Водные организмы	63,5	100,0	30,3	40,6	61,7	100,0	38,1	40,5
Nematomorpha	2,7	18,2	1,4	0,6	8,6	20,0	<u>15,0</u>	15,9
Hirudinea	1,4	4,5	3,7	0,4				
Gastropoda					2,0	13,3	4,6	3,2
Cyclopoida	2,2	36,4			1,4	13,3		
Hydracarina	1,4	9,1			3,0	26,7		
Ephemeroptera larv.	<u>5,8</u>	63,6	2,8	4,1	<u>12,6</u>	40,0	1,1	2,4
Heteroptera	1,6	27,3	0,2	0,1	1,4	20,0	1,4	1,5
Coleoptera im.	4,6	72,7	1,3	2,1	3,6	53,3	2,4	6,7
Coleoptera larv.	2,4	36,4	1,8	1,5	4,1	6,7	<u>11,5</u>	4,0
Trichoptera larv	5,1	77,3	<u>15,8</u>	28,2	<u>12,8</u>	86,7	1,3	5,8
Diptera larv., в том числе:								
Chironomidae	<u>23,6</u>	90,9	0,7	1,5	6,8	53,3	0,2	0,4
Ceratopogonidae	1,4	9,1	0,3	0,1	1,4	6,7	0,2	0,1
Dixidae	3,8	68,2	0,4	0,6				
Simuliidae	<u>6,0</u>	59,1	0,5	0,6	2,7	13,3	0,1	0,1
Athericidae	1,6	22,7	1,5	0,8	1,4	20,0	0,4	0,4

Примечания. N – численность, P – биомасса, F – частота встречаемости, IR – индекс относительной значимости.

Пищевой спектр хариуса из р. Чирядка включал 21 компонент, из которых воздушно-наземные насекомые по численности занимали 38,3, по биомассе – 61,9%. На долю водных организмов приходится 61,7% по численности и 38,1% по биомассе соответственно. Из группы наземно-воздушных насекомых ведущую роль по численности занимали: имаго *Diptera* (11,7%) и *Formicidae* (8,3%). Основную массу пищевого комка хариуса составляли *Lumbricina* (22,3%) и *Hymenoptera* (15,8%). Водные организмы представлены личинками *Trichoptera* и *Ephemeroptera* (12,8 и 12,6% по численности). Единично в питании были отмечены личинки *Ceratopogonidae* и *Athericidae*, *Heteroptera* и планктонные ракообразные (*Cyclopoida*). По биомассе доминировали в питании хариуса *Nematomorpha* (15,0%) и личинки *Coleoptera* (11,5%).

Рассчитанный индекс относительной значимости, учитывающий встречаемость организмов в желудках и их биомассу, варьировал в питании хариуса из р. Земцовка от 0,1 до 0,4% для таких таксономических групп, как *Aphidoidea*, *Mecoptera*, *Coleoptera*, *Hymenoptera*, *Heteroptera*, *Ceratopogonidae*, до 31,9% - у *Lumbricina*, до 28,2% – у личинок *Trichoptera* и 14,9% – у имаго *Diptera*. В р. Чирядка этот показатель был выше у имаго *Diptera* (21,1%), *Nematomorpha* (15,9%) и *Lumbricina* (15,6%).

Обсуждение. В малых водотоках юго-восточной части Вологодской области создаются благоприятные условия для обитания европейского хариуса, в которых этот вид формирует ядро ихтиоценоза. Исследования питания хариуса рек Земцова и Чирядка показали, что этот вид питается как типично водными, преимущественно бентосными организмами, так и воздушными и наземными организмами, которые попадают в водотоки с деревьев, кустарников и крупных трав, произрастающих по берегам. По численности в питании хариуса рассматриваемых рек преобладали водные организмы, а по биомассе -воздушные и наземные. В пищевом спектре отмечены представители 25 таксономических групп. Среди водных организмов по численности в желудках хариуса преобладали наиболее массовые в составе бентоса и дрифта представители *Chironomidae*, довольно часто встречались крупные и, как следствие, более ценные с кормовой точки зрения личинки *Trichoptera* и *Ephemeroptera*. Среди воздушных и наземных беспозвоночных наиболее часто в питании хариуса отмечены представители *Diptera*, *Formicidae*, *Coleoptera* и *Arachnida*.

Наибольшую значимость в питании хариуса исследуемых водотоков имеют воздушные и наземные беспозвоночные, о чем свидетельствует более высокий общий суммарный индекс относительной значимости, который для обоих водотоков составил почти 60%. Это связано с интенсивным потреблением хариусом крупных представителей *Lumbricina* и массово встречающихся имаго *Diptera*. Пищевая значимость водных организмов определялась главным образом избирательным потреблением хариусом крупных беспозвоночных, например, личинок ручейников в р. Земцовка и волосатиков в р. Чирядка.

Выводы. Сравнительный анализ пищевого спектра хариуса рек Земцовка и Чирядка с количественными пробами бентоса и дрифта выявил высокую значимость как донных беспозвоночных, так и организмов дрифта. Хариус питается как массовыми видами *Ephemeroptera* и *Chironomidae*, так и избирательно потребляет наиболее крупных представителей бентофауны. Индекс относительной значимости показал высокую роль в питании наземно-воздушных организмов. В реках Земцовка и Чирядка хариус европейский является типичным полифагом, потребляя как водных, так и наземно-воздушных беспозвоночных.

Литература

Комарова А.С., Борисов М.Я. Сравнительная характеристика морфобиологических особенностей хариуса европейского водотоков Вологодской области // Рыбохозяйственные водоемы России: фундаментальные и прикладные исследования / Материалы Междунар. науч. конф., посвященной 100-летию ГосНИОРХ. – СПб., ООО «Процвет», 2014. – С. 382-390.

Красная книга Российской Федерации (животные). - М., 2001. - 862 с.

Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука, 1974. – 254 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР. – Л., 1977. – 510 с.

Попова О.А., Решетников Ю.С. О комплексных индексах при изучении питания рыб // Вопр. ихтиологии. – 2011. – Т. 51. - № 5. – С. 1-6

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). - М.: Пищевая пром-сть, 1966. – 375 с.

FEEDING HABITS OF GRAYLING IN THE RIVERS ZEMTSOVKA AND CHIRYADKA IN THE SOUTH-EASTERN PART OF THE VOLOGDA REGION

A.S. Komarova

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Vologda, komarowa.aleks@yandex.ru

European grayling (*Thymallus thymallus* (L.)) is widely distributed throughout the territory of the Vologda region and its population from the basin of the Upper Volga are listed in the Red book of the Russian Federation. The objective was to identify the feeding habits of grayling in the rivers Zemtsovka and Chiradka and to evaluate the role of benthic invertebrates in its diet. Food in the feeding spectrum of grayling marked the 25 taxonomic groups. Among aquatic organisms by number in the stomachs of grayling was dominated by the most massive in the composition of benthos and drift the representatives of Chironomidae, quite often in the diet were observed large and as a consequence more valuable from the forage point of view, larvae of Trichoptera and Ephemeroptera. Among air and ground invertebrates most frequently in the diet of grayling meet representatives of Diptera, Formicidae, Coleoptera and Arachnida. Comparative quantitative analysis of food spectrum of graylings of the rivers Zemtsovka and Chiradka with quantitative samples of benthos and drift has revealed the high importance, as benthic invertebrates and drift organisms in the diet of fish.

СОДЕРЖАНИЕ

МОРФО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДЕКСЫ ПРЕСНОВОДНЫХ РЫБ ОЗЕР МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

И.М. Королева, П.М. Терентьев

Институт проблем промышленной экологии Севера, Кольского научного центра РАН, Анатиты, Мурманская область, koroleva@inep.ksc.ru

Изучение экологической изменчивости часто встречающихся широко распространенных видов рыб необходимо для раскрытия закономерностей микроэволюционных явлений в пределах вида в целом. Получение объективного заключения о направлениях, формах и степени изменчивости, проявляющихся в конкретных условиях обитания требует эталона или «некоего неизменного стандарта, с которым необходимо сравнивать конкретные изучаемые популяции рассматриваемого вида» (Кудерский, 1995).

Частным случаем широко применяемого в ихтиологии метода морфометрических показателей (индексов) можно считать определение морфо-физиологических индикаторов (индексов) внутренних органов. Использование относительного веса органов как метода исследований было разработано академиком С.С. Шварцем в 1953 году для наземных животных, он же в 1958 году предложил термин “морфофизиологические индикаторы” (Шварц, 1958; 1980; Шварц и др., 1968). Смирновым и Божко была доказана возможность применения данного метода для изучения ответных реакций организма рыб (Божко, 1969, Смирнов и др., 1972). Предполагалось, что данный метод позволяет судить о биологическом своеобразии изучаемой популяции и ее жизнеспособности по комплексу морфологических и физиологических признаков - массе сердца, печени, почек, жабр и др. Приспособительные отличия экстерьерных и интерьерных показателей, проявляющиеся как изменения в соотношениях веса (или длины) тела и органов, косвенно свидетельствуют о направлении физиологических реакций на воздействие среды обитания. Изучение биологические особенности популяций может идти по двум направлениям: 1) по пути выявления биологических различий между двумя или несколькими популяциями; 2) по пути изучения одной популяции со всеми изменениями, протекающими под воздействием меняющихся внешних условий (Смирнов и др., 1972).

Метод хорошо зарекомендовал себя при изучении морфофизиологических изменений популяций рыб как в естественных условиях (Добринская и др., 1979; Зиновьев, 1999), так и в токсикологических экспериментах. Из работ конца XX века назовем исследования по сравнительной характеристике популяций карповых рыб Нижней Волги и Рыбинского водохранилища (Переварюха, 1996), по анализу изменений индексов сердца и печени в зависимости от периодов жизненного цикла у синца Рыбинского водохранилища (Комова, 1998). В условиях хронических опытов при воздействии загрязняющих веществ (как правило, компонентов сточных вод) определялась динамика относительного веса органов в зависимости от типа токсикантов и времени экспозиции (Горева, Казакова, 1986), было изучено влияние стоков Кондопожского ЦБК на популяцию ершей в Онежском озере (Крупень, Рыжков,

Вильянен, 1996). Использование веса печени и сердца в дополнение к прочим показателям рекомендовалось для лабораторно-клинической диагностики патологий у атлантического лосося (Лабораторно-клинические..., 1994).

В Мурманской области метод морфо-физиологических индикаторов впервые был использован Т.И. Моисеенко для выявления реакций приспособления организмов рыб на изменение условий внешней среды (Моисеенко, 1983, 1984). Первые исследования проводились в 1978-79 гг. на рыбах из оз. Имандра, обитавших в условиях разнотипного промышленного загрязнения (плесы Большая и Йокостровская Имандра) и в чистом районе (плес Бабинская Имандра), служившего контролем. Изучалась вариабельность относительного веса жабр, печени, почек, гонад и сердца у малотычинковых сигов, щуки, гольца и интродуцента – радужной форели. Проведенная в конце 1990-х гг. повторная ихтиологическая съемка оз. Имандры позволила проследить динамику изменения выбранных морфо-физиологических индикаторов в период снижения уровня загрязнения, полученные результаты были обобщены в монографии Т.И. Моисеенко с соавторами (Антропогенные модификации, 2002) и в других работах (Королева, 1999, 2001). К настоящему времени собрана обширная база данных по многим видам пресноводных рыб более чем из 30 водоемов Мурманской области, отличающихся по генезису, размерам, гидрохимическому режиму, трофности и уровню загрязнения.

Пресноводная ихтиофауна Мурманской ихтиофауна включает 14 видов рыб. Представители ихтиофауны исследованных озер принадлежат к 4 фаунистическим комплексам: пресноводно-арктический (сиговые, кумжа, арктический голец, налим), бореально-предгорный (европейский хариус, обыкновенный голянь) и бореально-равнинному (обыкновенная щука, речной окунь, обыкновенный ерш), понтокаспийский (колюшковые) (Никольский, 1980).

Обловы рыбы с 1990-х гг. проводится набором ставных жаберных сетей из нейлонового монофиламента, стандартной длины - 25 м, высотой – 1.5 м и размером ячеи от 10 до 55 мм. В полевых условиях у рыб определялись размерно-весовые показатели, пол, стадия зрелости гонад, жирность, степень наполнения желудка (Правдин, 1966). Определение возраста проводилось по чешуе или другим регистрирующим структурам. Степень зрелости половых продуктов определялась по шкале, разработанной для сигов И.И. Лапицким (1949), включающей шесть стадий зрелости гонад.

Взвешивание внутренних органов производилось с точностью до 0.05 г. Величина морфофизиологических индексов определялась как отношение веса каждого органа в граммах к общему весу тела без внутренностей (порке) в г и полученный результат умножался на 1000. При статистической обработке определяли: n – объем выборки, M – медиану, m – статистическую ошибку, CV – коэффициент вариации. Для оценки различий между контрольной и опытной группой использовался критерий Стьюдента t . Анализ данных осуществлялся с помощью пакета прикладных программ статистической обработки “STATISTICA” фирмы StatSoft Inc. (США) на персональной ЭВМ “Digital”.

Основным тест-объектом наших исследований является обыкновенный сиг *Coregonus lavaretus* (L.) и значительная часть собранных и опубликованных материалов относится именно к этому виду.

Корректное изучение животных в естественных условиях обитания и выявление особенностей вида и конкретной популяции требует установления возрастных, сезонных и половых изменений скорости роста и массы, как общей, так и внутренних органов.

Это позволяет оценить эффективность использования природных ресурсов и действие на организм разных условий среды (Добринская, 1965, 1984, Мохов, 1980).

На примере малотычинкового сига из озера Имандра было установлено, что по мере роста рыб индекс печени увеличивался, индекс сердца уменьшался, жаберный и почечный индексы оставались без изменений. Анализ сезонной динамики выявил, что самые высокие значения индексов органов наблюдались в подледный период и после таяния льда при более напряженных условиях существования. Половые различия проявлялись в более высоком относительном весе печени (у самок) и сердца (у самцов) во время подготовки рыб к нересту и непосредственно самого нереста. Влияние стоков медно-никелевого производства приводило к росту относительного веса почек и сердца; апатито-нефелинового – к значительному увеличению индекса печени, в меньшей степени - почек и сердца. (Королева, 2001).

Использование метода морфофизиологических индексов для сигов оз. Чуозеро показало, что гепатосоматический индекс (индекс печени) имел тенденцию увеличиваться в летний период, что можно объяснить активизацией обменных процессов в связи с началом вегетационного периода. Достоверным было увеличение индекса печени у нерестовых самок, что неоднократно наблюдалось нами на примере других водоемов Кольского полуострова (табл. 1). Аналогичная закономерность установлена и для индекса сердца, его величина возросла на 30% к началу периода активного питания (Антропогенные , 2007).

Таблица 1. Годовая динамика индексов внутренних органов (‰) сига оз. Чуозеро

Месяц	2000 г.						2001 г.				
	IX	X	X*	XI	XI*	XII	I	II	IV	VI	VII
индекс печени	7.8	8.4	12.7	8.4	11.0	8.2	7.1	6.5	7.6	9.4	9.8
индекс сердца	1.57	1.42	1.65	1.33	1.78	1.25	1.26	1.18	1.18	1.60	1.45
N, экз.	70	120	9	40	31	39	14	17	19	16	18

* - данные по нерестовым самкам

По мере накопления данных стало ясно, что полученные результаты нельзя экстраполировать на остальные водоемы и, тем более, виды. В каждом конкретном случае необходимо проводить полное обследование популяции с учетом сезона и, соответственно, физиологического состояния рыб.

В настоящем сообщении приводятся оригинальные данные по вариабельности относительного веса печени - гепатосоматического индекса (ГСИ) у трех видов лососевых рыб – арктического гольца *Salvelinus alpinus* (L.), кумжи *Salmo trutta* (L.) и радужной форели *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) = *Parasalmo mykiss*, обитающих в озерах Кольского полуострова, принадлежащих водосборам Баренцева и Белого морей (рис. 1).

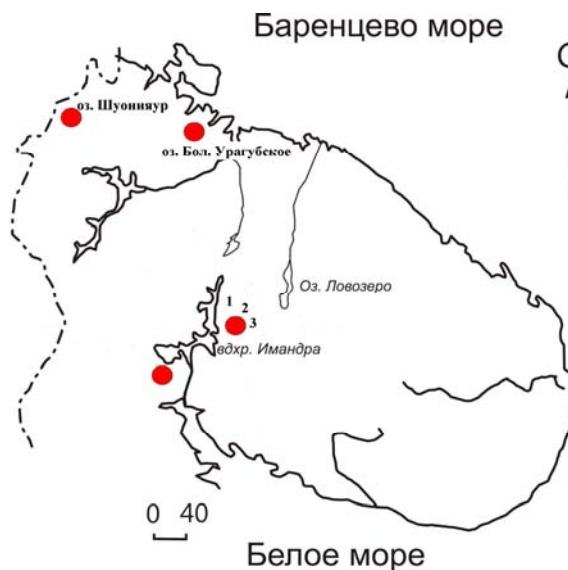


Рисунок 1. Карта-схема района исследований
(1 – оз. Пайкунъявр, 2 – оз. Малый Вудъявр, 3 – оз. Большой Вудъявр)

Анализ размерно-весовой структуры уловов гольца из озер Хибинского горного массива показал, что в озерах Большой и Малый Вудъявры, вероятно, обитает одна популяция с четко различающимися по размерам и срокам нереста стадами или экоформами. В оз. Малый Вудъявр живет мелкая (карликовая) форма со средней навеской 40 г, рыбы массой от 150 до 200 г составляют менее 5%. В оз. Большой Вудъявр встречаются особи массой до 1 кг, средняя навеска по данным за период с 2005 по 2015 гг. составляет 240 г, доля особей массой менее 150 г не превышает 20%. Вместе с тем, не исключается и наличие двух различных популяций: с карликовой и нормально растущей формами, причем в оз. Большой Вудъявр они обитают симпатрически. Для окончательного решения этого вопроса необходимы дополнительные, в т.ч. генетические исследования.

Облов обоих озер в одни и те же сроки показал, что в более мелководном Малом Вудъявре нерест гольцов начинается раньше, в конце сентября 2006 г. все самцы имели гонады на III-IV стадии зрелости, у самок таковых больше половины. Величина гепатосоматического индекса у нерестовых самцов и у пропускающих нерест самок не различается, у нерестовых самок она в 2 раза выше (табл. 2). Та же картина наблюдалась в конце октября 2015 г. – ГСИ у нерестовых самок был в 1.6 раза выше, чем остальных рыб.

В оз. Большой Вудъявр за все годы наблюдений, нерестящиеся гольцы в уловах не попадались. У самцов на I и II стадиях зрелости ГСИ в сентябре 2006 г. был ниже, чем у самок, пропускающих нерест в 2006 г и у не нерестящихся самцов в октябре 2014 г. Возможным объяснением этого явления может быть наличие в выборке 2006 г. большей доли самцов с гонадами на I стадии зрелости. Относительный вес печени у самок на II стадии зрелости из оз. Большой Вудъявр как в 2006 г, так и в 2015 г выше, чем у таковых из оз. Малый Вудъявр.

В оз. Пайкунъявре более 90% улова гольцов приходилось на мелких рыб с массой менее 200 г. Масса наиболее крупного гольца достигала 1245 г. Выявление экологических морф не проводилось. Как и в предыдущих озерах различия между нерестовыми самцами и не участвующими в нересте самками отсутствуют, ГСИ нерестовых самок в 2-2.5 раза выше, чем у остальных рыб. Малое количество исследованных рыб не позволяет говорить о достоверности отличий, но обращает на себя внимание факт небольшого увеличения величины ГСИ у пропускающих нерест самок в сентябре по сравнению с августом. Противоположная тенденция обнаруживается у самцов. У них происходит снижение относительного веса печени как при переходе с I, II стадий зрелости на III, IV, так и по мере приближения нереста - от августа к сентябрю (табл. 2).

В более северных озерах водосбора Баренцева моря Шуонияур и оз. Большое Урагубское в уловах доминировали мелкие гольцы. В оз. Шуонияур средняя навеска была равна 163 г (2005 г.) и 90 г (2012 г.), масса наиболее крупной половозрелой самки достигала 875 г. В оз. Большое Урагубское средняя навеска равнялась 92 г, наиболее крупный экземпляр весил 474 г. В обоих озерах в августе месяце у всех самцов гонады находились на III –IV стадиях развития, среди самок не более половины особей были готовы к нересту. Из всех обследованных экологических популяций наименьшая величина гепатосоматического индекса выявлена у рыб из Шуонияура, это относится и к нерестовым особям и к пропускающим икрометание рыбам (табл. 2).

Таблица 2. Изменчивость гепатосоматического индекса гольца водоемов Мурманской области

Пол и стадии зрелости	самцы				самки				Всего экз.
	I –II		III –IV, IV		I - II		III –IV, IV		
дата	M ± m	CV	M ± m	CV	M ± m	CV	M ± m	CV	
оз. Большой Вудъявр									
14.09.2006	13.8±0.7	15	–	–	21.3±0.7	18	–	–	35
29.10.2014	21.5±1.1	14	–	–	23.0±0.5	8	–	–	19
23.10.2015	–	–	–	–	23.2±2.0	26	–	–	11
оз. Малый Вудъявр									
29.09.2006	–	–	14.8±0.6	18	14.4±0.8	20	28.3±1.7	27	40
23.10.2015	–	–	16.1	–	15.8±1.3	19	25.6±4.0	28	9
оз. Пайкунъявр									
13.08.2010	16.3±2.4	30	12.9±1.1	19	10.4±0.9	29	17.9	-	22
18.09.2010	–	–	10.6 ± 0.2	4	13.8±0.6	29	25.6±4.5	40	54
оз. Шуонияур									
05.08.2005	–	–	9.2±1.0	29	–	–	21.6±2.3	35	18
23.08.2012	7.2	-	9.2±0.6	19	9.0±0.6	14	19.4±0.8	6	16
оз. Большое Урагубское									
24.08.2007	–	–	11.5±1.9	36	11.1±0.9	15	31.6±2.1	14	18

Кумжа в уловах из оз. Шуонияур была представлена нагульным стадом, как самца, так и самки имели гонады на II стадии развития. Средняя навеска составляла 170 г, наиболее крупный экземпляр весил 384 г. Сравнение гепатосоматического индекса у кумжи из данного водоема с таковым для кумжи из оз. Имандра, показало отсутствие между ними достоверных различий у обоих полов. Несмотря на то, что в оз. Имандра была поймана более крупноразмерная рыба – средняя навеска составляла 490 г, применение относительного веса позволило получить сопоставимые данные. Несколько более высокие значения ГСИ у имандровской кумжи можно объяснить разницей в сроках отбора проб (табл. 3). Провести сравнение ГСИ у кумжи и гольца из оз. Шуонияур не представилось возможным, поскольку мы имели дело с рыбами разного физиологического состояния – нерестовыми гольцами и нагуливающимися кумжами.

Рассмотрение динамики гепатосоматического индекса у форели показывает, что он остается постоянным для всего периода наблюдений с 1978 г. Можно говорить о его сезонной вариабельности – весна – осень, и несколько более высоких значениях ГСИ для амцов форели по сравнению с кумжей.

Таблица 3. **Изменчивость гепатосоматического индекса (‰) кумжи и форели водоемов Мурманской области**

Пол и стадии зрелости	самцы				самки				Всего экз.
	I –II		III –IV, IV		I - II		III –IV, IV		
дата	M ± m	CV	M ± m	CV	M ± m	CV	M ± m	CV	
кумжа									
оз. Шуонияур									
05.08.2005	13.9±0.8	20	–	–	12.5±0.9	27	–	–	27
оз. Имандра									
25.08.2011	16.9±1.6	16	–	–	17.7±0.8	17	–	–	18
форель									
оз. Имандра									
25.08.1978	23.4±1.5	15	15.1±1.9	25	18.3±2.3	30	–	–	14
22.05.1979	15.7±1.3	28	–	–	13.5±1.2	27	–	–	25
14.09.1979	13.3±3.3	44	12.5±1.1	18	13.8±1.4	28	–	–	16
20.10.2011	20.6±1.1	11	–	–	18.8±0.7	18	–	–	26

Подводя итог проведенным исследованиям, можно сделать вывод, что для применения метода морфо-физиологических индексов обязательным является четкое разграничение особей по физиологическому состоянию, в первую очередь по готовности к нересту. Причем градация должна быть по возможности отдельно для каждой стадии зрелости гонад. Использование метода для целей биоиндикации, например, качества вод, возможно лишь после корректного установления биологической вариабельности выбранного индикатора для каждого вида и водоема. Выполнение данного условия позволит избежать ложных выводов и расширит область применения метода морфо-физиологических индексов в ихтиологических исследованиях.

Литература

- Антропогенные изменения лотических экосистем Мурманской области. Часть 2: Озерно-речная система реки Чуна в условиях аэротехногенного загрязнения // Под ред. Н.А. Кашулина. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. – 2007. – 238 с.
- Антропогенные модификации экосистемы озера Имандра // Отв. ред. Т.И. Моисеенко. – М.: Наука. – 2002. – 403 с.
- Божко А.М. Опыт применения морфо-физиологических индикаторов в экологии рыб: дис. ... канд. биол. наук. – Петрозаводск. – 1969. – 20 с.
- Брусынина И.Н. Возрастные изменения внутренних органов рыб // Биология и продуктивность водных организмов. Тр. Ин-та экол. раст. и жив. УФАН СССР. – Вып. 72. – Свердловск. – 1970. – С. 20-24.
- Горева В.А, Казакова И.Н. Изменение относительного веса печени радужной форели при отравлении карбонатом калия // Изв. ГосНИОРХ. 1986. – Вып. 255 – С. 119-123.
- Добринская Л.А. Возрастные изменения относительного веса внутренних органов рыб // Зоол. журнал. – 1965. – Т. XLIV, – Вып. 1. – С. 72-79.
- Добринская Л.А., Огурцов Г.И. Оценка экологических группировок молоди карпа методом морфофизиологических индикаторов // Экологическая физиология и биохимия рыб. Тез. IV Всесоюз. конф. – Астрахань. – 1979. – Т.1. – С. 155-156.
- Добринская Л.А. Перспективы использования метода морфофизиологических индикаторов при изучении экологии рыб на Урале. // Сб. научн. Тр ГосНИОРХ. – Вып. 212, – Л. – 1984. – С. 95-102.
- Зиновьев Е.А. Летопись природы заповедника "Пасвик" кн. 4, – Мурманск, – 1999. – С. 78-83.
- Комова Н.И. Морфофизиологическая изменчивость синца Волжского плеса Рыбинского водохранилища // Инф. бюллетень № 59, Биология внутренних вод. – Л.: – Наука. – 1983. – С. 46-49.
- Королева И.М. Морфофизиологические показатели сигов оз.Имандра в условиях антропогенной нагрузки // Тез. докл. XI Всерос. конф. мол. ученых "Проблемы экологии и биоразнообразия водных и прибрежно-водных экосистем". – Ярославль, – 1999. – С. 48-50.
- Королева И.М. Влияние загрязнения на морфофизиологические показатели сигов *Coregonus lavaretus* в водоемах Кольского Севера: дис. ... канд. биол. наук. – Апатиты, – 2001. – 186 с.
- Крупень И.М., Рыжков Л.П., Вильянен М. Морфофизиологическая характеристика ерша (*Acerina cernua* L) из озер Онежское (Карелия) и Пюхялампи (Финляндия) // Матер. докл. I междун конф. Баренц-Евро-Арктического региона. – Петрозаводск. – 1997. – С. 91-92.
- Кудерский Л.А. Стандартные морфометрические признаки как эталон при изучении внутривидовой изменчивости рыб // Сборник научн. трудов ГосНИОРХ. Л. – Вып. 314. – 1995. – С. 325-340.
- Лабораторно-клинические методы диагностики патологий у атлантического лосося, вызванных повреждающими факторами алиментарной природ. Справочное пособие ПетрГУ. СевНИИРХ, – Петрозаводск. – 1994. – 30 с.
- Латицкий И.И. Овогенез и годичный цикл яичников у сига-лудогы // Тр. Лаборатории основ рыбоводства. – Л., – 1949. Т. 2. – С. 37-63.

Моисеенко Т.И. Влияние на рыб загрязнения субарктического водоема (на примере оз. Имандра) // дис. ... канд. биол. наук. – Л.: ГосНИОРХ. – 1983. – 228 с.

Моисеенко Т.И. Изменение физиологических показателей рыб как индикатор качества водной среды // В кн.: Мониторинг природной среды Кольского Севера. – Апатиты: Изд-во КФАН СССР. – 1984. – С. 51-58.

Мохов Г.М. Возрастные, половые и сезонные изменения интерьерных показателей щуки Ладожского озера // Изв. ГосНИОРХ, – 1980. – Т. 166. – С. 79-84.

Никольский Г.В. Структура вида и закономерности изменчивости рыб. – М.: Пищевая промышленность, – 1980. – 184 с.

Переварюха Ю.Н. Сравнительная морфофизиологическая характеристика речных и водохранилищных популяций четырех видов семейства карповых. Автореф. дис. ... канд. биол. наук, – СПб, – 1996. – 15 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Изд-во "Пищевая промышленность". – 1966. – 375 с.

Смирнов В.С., Божко А.М., Рыжков Л.П., Добринская Л.А. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб. – Петрозаводск: Карелия. – 1972. – 168 с.

Шварц С.С. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии животных // Зоол. журн. –1958. – Т. 37. – № 4. – С. 58-63.

Шварц С.С. Экологический закономерности эволюции. – М.: – Наука. – 1980. – 287 с.

Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н. Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных // Тр. Ин-та экологии растений и животных УФ АН СССР.– Свердловск. – 1968. – Вып. 58. – 386 с.

MORPHO-PHYSIOLOGICAL INDICES OF FRESH-WATER FISH OF LAKES OF MURMANSK REGION

Koroleva I.M., Terentjev P.M.

Institute of the North Industrial Ecology Problems of Kola Science Centre, Apatity

Koririn@yandex.ru, terentjev@inep.ksc.ru

The study of organism responses on varied conditions in ecosystem requires the use of effective methods allowing to explain the mechanisms of adaptation. The method of morpho-physiological indicators is one of them. It enables to consider about vitality of fish population on a complex of morphological and physiological attributes - weight of heart, liver, kidneys and other characteristics. The results of the study of seasonal variability in the relative weight of internal organs of fish (by the example of white fish, arctic char, bull-trout and rainbow trout) are given. Considered in detail variability of gepato-somatic index of fresh-water salmons in lakes of Murmansk region. The ichthyological material was collected in the lakes of the White and Barents Sea catchments during the period from 1978 to 2015. The dependence of the gepato-somatic index of the stage of gonad maturation, sex and species is shown.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЯПУШКИ ИЗ РЕК ЩУЧЬЯ И МЕССО-ЯХА

И.А. Кривенко, В.Р. Крохалевский

ФГБНУ "Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства", Тюмень, krivenko663@gmail.com, krochalew@gosrc.ru

Сибирская ряпушка (*Coregonus sardinella* Valenciennes) широко распространена в северных водоемах нашей страны (Москаленко, 1971). В Обь-Тазовском рыбохозяйственном бассейне обычно выделяют четыре промысловых стада ряпушки: обское, щучьеречинское, мессояхинское и гыданское. Изучению её биологии посвящены работы многих авторов (Москаленко, 1958, 1971; Жгутова, 1977; Андриенко, 1978; Брусынина и др., 2001). Кроме того, ряпушка является важным объектом рыболовства и в настоящее время обеспечивает весьма значительные уловы – свыше 2,0 тыс. т.

Исходя из анализа литературных данных, можно выделить два проблемных вопроса в изучении биологии ряпушки:

- влияние изменчивости гидрологического режима в Обской и Тазовской губах на темп роста ряпушки;
- степень локальной изоляции нерестовых стад ряпушки из рек Щучья и Мессо-Яха, так как по данному вопросу не существует единого мнения (Москаленко, 1958; Жгутова, 1977; Брусынина и др., 2001).

Именно этим вопросам и посвящено данное исследование, в котором приводятся результаты сравнительного анализа размерно-возрастного состава ряпушки, заходящей на нерест в реки Щучья и Мессо-Яха, и эффективности её нереста в этих реках.

Материал и методика

Материал для настоящей статьи собирался на реках Щучья и Мессо-Яха в 2012 и 2014 гг. из промысловых уловов закидного невода. За весь период наблюдений проанализировано: на массовые промеры - более 10 тыс., на биологический анализ - 690 экз. Обработка материала проводилась по общепринятым методикам (Правдин, 1966).

В качестве показателей водности использованы среднегодовые уровни воды в реках Обь и Таз на замыкающих створах.

Корреляционный анализ выполнен с применением стандартной программы Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

Следует отметить, что для сравнительного анализа ряпушки из уловов в реках Мессо-Яха и Щучья годы наблюдений (2012 и 2014) выбраны не случайно. Этот выбор лет обусловлен, прежде всего, значительной разницей в уровнях водности в Обь-Тазовском бассейне. Нерестовые стада ряпушки в 2012 г. формировались в условиях двух маловодных лет, а в 2014 г., напротив, в годы высокой водности (рис. 1, 2). Б.К. Москаленко (1958) ранее отмечал, что сток р. Обь оказывает существенное влияние на рост ряпушки и в многоводные годы она растёт быстрее. Кроме того, по его мнению, в р. Мессо-Яха на нерест поднимается самая крупная ряпушка.

Л.В. Жгутова (1977) по результатам наблюдений в 1972–1974 гг., напротив, считает, что ряпушка из р. Щучья характеризуется более крупными размерами.

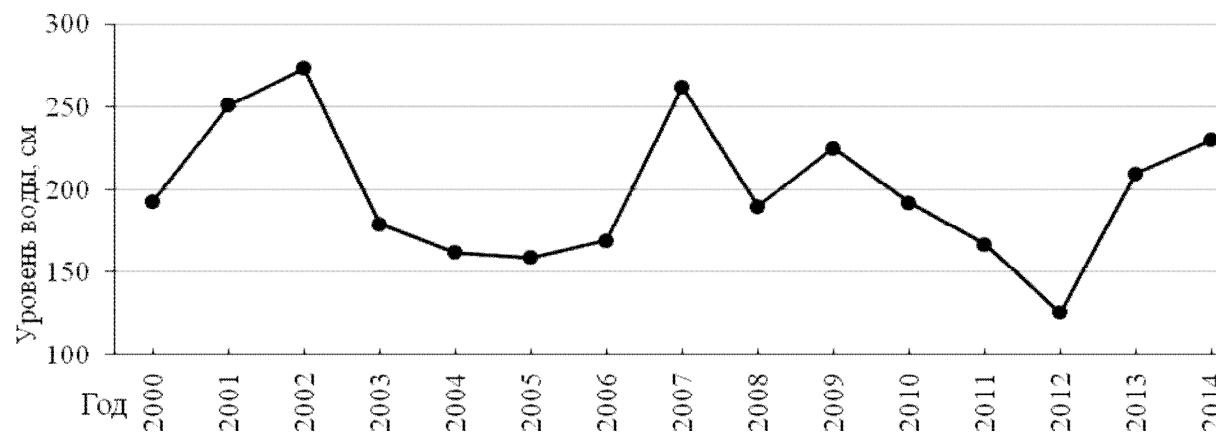


Рисунок 1. Среднегодовой уровень воды р. Обь в районе г. Салехарда

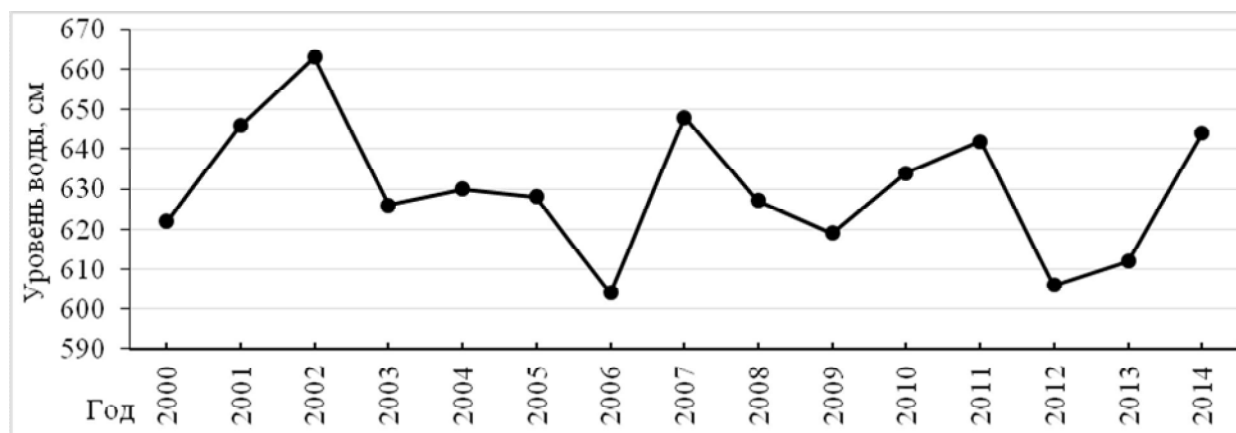


Рисунок 2. Среднегодовой уровень воды р. Таз в районе пос. Тазовский

Для оценки влияния водности на рост ряпушки была использована удельная скорость роста, вычисленная по формуле Шмальгаузена–Броди (Шмальгаузен, 1935). Результаты расчетов представлены в табл. 1. Из полученных данных следует, что в многоводный 2014 год удельная скорость роста ряпушки в обеих реках была несколько выше, чем в 2012 г. Сравнение ряпушки

из двух нерестовых рек по этому показателю выявило, что ряпушка из р. Мессо-Яха характеризуется более высокими значениями удельной скорости роста, чем из р. Щучья. По этому показателю различия выражены в большей степени, чем по водности.

Таблица 1. Средние значения удельной скорости роста ряпушки в 2012 и 2014 гг.

	р. Мессо-Яха		р. Щучья	
	2012 г.	2014 г.	2012 г.	2014 г.
Удельная скорость роста	0,172	0,206	0,045	0,067

Возрастной состав нерестовых стад ряпушки и тенденции его изменений за последние годы схожи для обеих рек. Основу во всех выборках составляли рыбы в возрасте 3+ и 4+, а предельный возраст составляет 7+. Средний возраст ряпушки из р. Мессо-Яха за последние несколько лет наблюдений снизился на 1,7 года, а у щучьеречинской ряпушки - на 0,9 года. В 2014 г. в обеих реках отмечаются уменьшение предельного возраста и увеличение относительной численности впервые нерестящихся особей (3+), что может свидетельствовать о поывении роли пополнения в нерестовом стаде. Кроме того, снижение численности рыб в старших возрастных группах свидетельствует об интенсивном использовании запасов ряпушки в обеих реках. Все годы наблюдений (за исключением 2013 г.) ряпушка из р. Мессо-Яха характеризовалась более крупными размерами (табл. 2, 3).

Таблица 2. Возрастной состав (%) ряпушки из р. Мессо-Яха

Годы	Возрастные группы						Средний возраст, лет	Средняя масса, г	Средняя промысловая длина, см
	2+	3+	4+	5+	6+	7+			
2004	-	2,0	24,5	45,5	24,0	4,0	5,0	120	21,9
2005	-	5,3	35,6	35,3	23,2	0,6	4,8	121	21,8
2006	-	3,3	42,5	36,7	14,2	3,3	4,8	113	21,2
2007	-	10,3	20,7	41,5	23,1	4,4	4,3	110	20,8
2008	-	10,5	50,2	30,4	7,9	1,0	4,9	112	20,9
2009	-	2,2	13,4	47,0	35,1	2,3	5,0	112	21,0
2010	-	-	15,8	31,5	45,0	7,7	5,4	120	20,9
2011	-	2,1	17,3	40,2	38,2	2,2	5,2	136	22,7
2012	1,8	33,3	57,2	4,2	2,8	0,7	4,5	112	22,1
2013	10,0	40,5	37,5	9,6	2,4	-	3,5	99	20,7
2014	8,8	45,2	37,3	8,0	0,7	-	3,6	81	19,7

Таблица 3. Возрастной состав (%) ряпушки из р. Щучья

Годы	Возрастные группы						Средний возраст, лет	Средняя масса, г	Средняя промысловая длина, см
	2+	3+	4+	5+	6+	7+			
2004	-	21,0	49,5	26,0	1,5	2,0	4,0	101	20,9
2005	-	30,0	51,0	17,0	2,0	-	3,9	94	20,2
2006	-	15,0	45,1	30,6	7,1	2,2	3,8	101	20,7
2007	-	1,0	13,1	62,7	20,8	2,4	3,8	115	21,2
2008	-	8,5	34,4	37,5	15,4	4,2	3,6	106	20,8
2009	-	21,0	72,9	5,6	0,5	-	4,0	98	20,4
2010	-	7,6	53,4	37,4	1,3	0,3	4,3	112	21,6
2011	-	10,3	53,1	35,3	1,3	-	4,3	111	22,1
2012	4,4	33,3	45,5	15,7	1,1	-	3,6	98	20,5
2013	3,0	23,6	43,0	29,3	1,1	-	3,5	102	19,9
2014	1,2	36,2	48,4	14,2	-	-	3,4	79	19,0

Таким образом, в многоводный 2014 год не зафиксировано увеличения средних размеров рыб в нерестовом стаде, что ранее отмечалось Б.К. Москаленко (1958). Для обоих нерестовых стад характерно значительное омоложение возрастного состава. Однако динамика уловов ряпушки имела несколько иную направленность. В маловодном 2012 г. в обеих реках уловы характеризовались наименьшими величинами за все годы наблюдений. В 2013 г. они несколько повысились в обеих реках, в 2014 г. снизились в р. Щучья и значительно увеличились в р. Мессо-Яха (рис. 3). Корреляционный анализ данных об уловах ряпушки за последние 11 лет в этих реках не выявил какой-либо достоверной связи между этими показателями. Коэффициент корреляции равен -0,11.

Исходя из особенностей нерестовых миграций промысел мессояхинской и щучьеречинской ряпушки происходит неодинаково. На р. Мессо-Яха и ее протоках ведут промысел 12-13 бригад с конца сентября по середину октября. В то время как на р. Щучья с июля по середину сентября промысел ведут всего 2 бригады. При пересчете вылова на один невод получают данные, представленные на рис. 4.

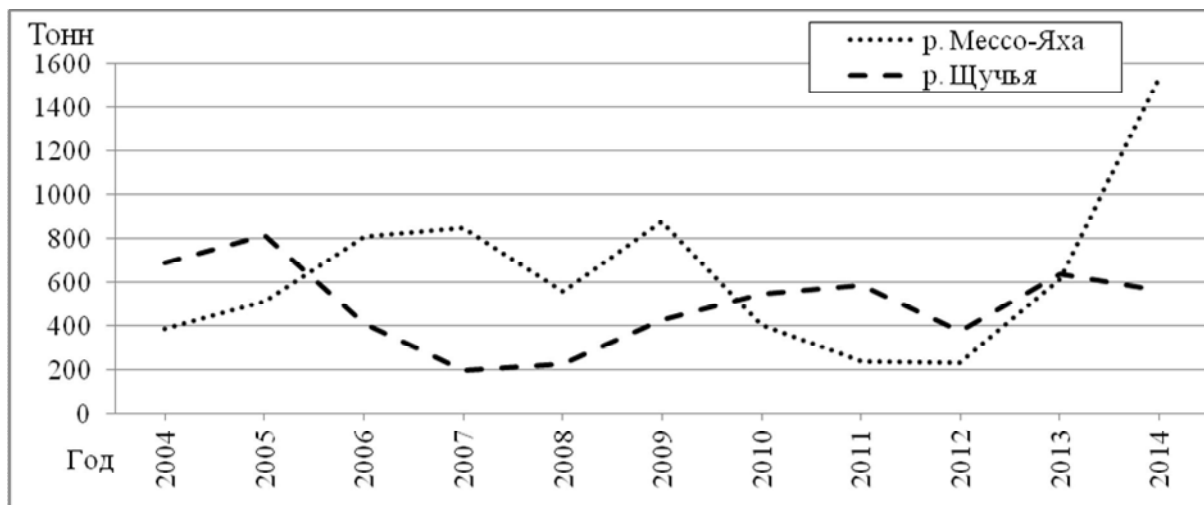


Рисунок 3. Динамика уловов ряпушки в реках Щучья и Мессо-Яха

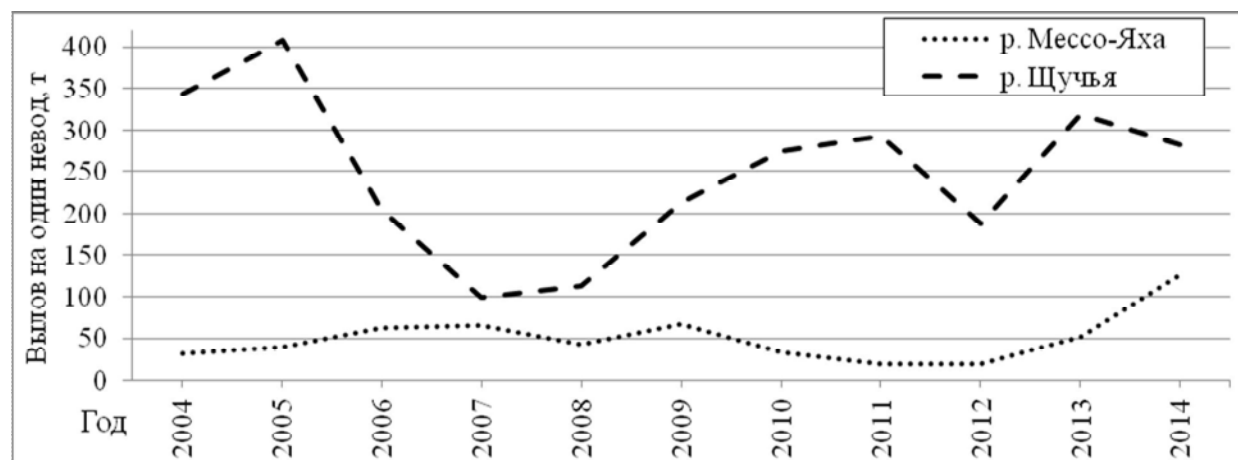


Рисунок 4. Динамика интенсивности промысла ряпушки в реках Щучья и Мессо-Яха

Учитывая, что уловы ряпушки в нерестовых реках определяются не только численностью нерестовых стад, но и успешностью промысла, для оценки синхронности в изменении запасов были рассчитаны индексы урожайности отдельных поколений ряпушки для каждой нерестовой реки начиная с 2001 г. Для этого были использованы многолетние данные о возрастном составе уловов. Эти данные свидетельствуют о том, что воспроизводство ряпушки характеризуется нестабильными показателями численности отдельных поколений (рис. 5). Так, крайне малочисленными были поколения в 2004 г. в р. Щучьей (индекс урожайности равен 0,42) и в 2007 г в р. Мессо-Яха. (индекс урожайности равен 0,28). И напротив, высокой численностью отличались поколения 2002 (р. Щучья) и 2004

(р. Мессо-Яха) годов рождения. Коэффициент корреляции между индексами урожайности двух стад ряпушки составил -0,18, что говорит о существенных различиях в успешности её воспроизводства в этих реках.

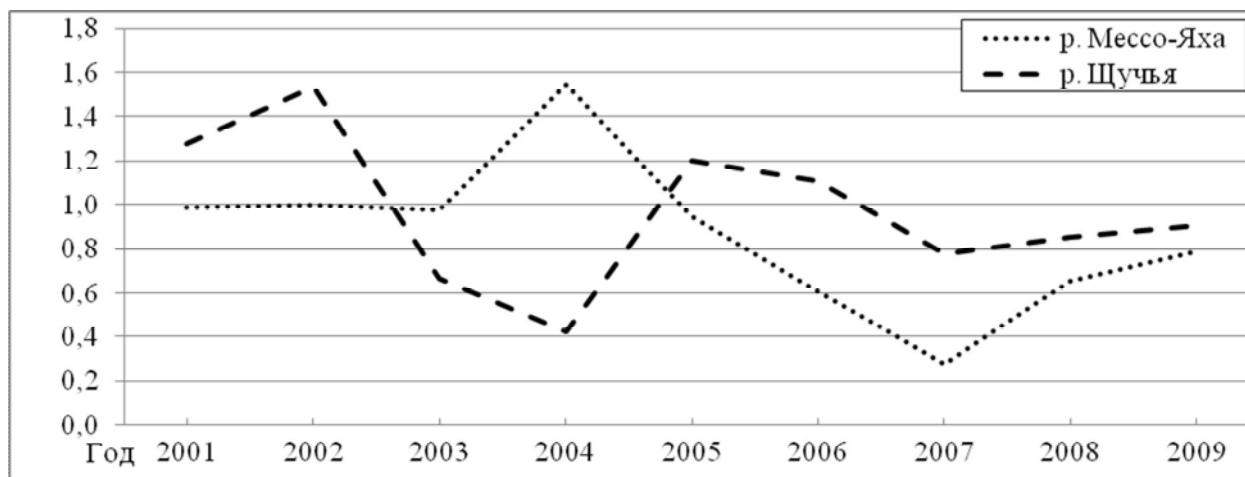


Рисунок 5. Индексы урожайности отдельных поколений ряпушки

Таким образом, полученные материалы свидетельствуют о значительных различиях в структуре нерестовых стад, в величине уловов и в воспроизводстве ряпушки в нерестовых реках.

Заключение

В результате проведения сравнительного анализа ряпушки из рек Мессо-Яха и Щучья за 2012 и 2014 гг. и динамики её уловов было установлено следующее:

- ряпушка из р. Мессо-Яха в 2012 и 2014 гг. характеризовалась более крупными размерами и более высокими значениями удельной скорости роста;
- различия в уровнях водности 2012 и 2014 гг. не оказали существенного влияния на рост ряпушки. Более того, в многоводный 2014 год ряпушка в обеих реках характеризовалась меньшими размерами. Видимо, это связано с тем, что водность года оказывает более существенное воздействие на темп полового созревания, чем на соматический рост. В результате в 2014 г. увеличилась доля в нерестовом стаде рыб в возрасте 3+;
- численность отдельных поколений из разных рек и динамика её уловов не имеют синхронной направленности, что свидетельствует о различиях в воспроизводстве ряпушки в реках Мессо-Яха и Щучья;
- характер размерно-возрастного состава и его изменчивость свидетельствуют о том, что ряпушка Тазовской губы представлена локально изолированной от ряпушки из р. Щучья популяцией.

Полученные нами материалы и их математическая обработка ставят под сомнение вывод Б.К. Москаленко (1958) о том, что ряпушка в Обь–Тазовском бассейне представляет собой единый промысловый запас и что возможен свободный обмен особей в процессе нерестовых миграций.

Литература

- Андриенко Е.К. Условия обитания ряпушки в Обской губе // Изв. ГосНИОРХ. – 1978. - Т. 136. - С. 91-109.
- Бруснынина И.Н., Андриенко Е.К., Степанов С.И. Современное состояние запасов ряпушки Обь-Тазовского бассейна // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. - 2001. - С. 15-22.
- Жгутова Л.В. Биология и численность щучьереченской ряпушки // Рыбное хоз-во Обь-Иртышского бассейна. - Свердловск: Средне-Уральское кн. изд-во, 1977. – С. 32-42.
- Москаленко Б.К. Биологические основы эксплуатации и воспроизводства сиговых рыб Обского бассейна. - Тюмень, 1958. - 247 с.
- Москаленко Б.К. Сиговые рыбы Сибири. - М.: Пищевая пром-сть, 1971. – 184 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. - М.: Пищевая пром-сть, 1966. - 376 с.
- Шмальгаузен И.И. Определение основных понятий и методика исследования роста. - М., 1935. - 259 с.

BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF COREGONUS SARDINELLA IN SCHUCHYA AND MESSO–YAHA RIVERS

I.A. Krivenko, V.R. Krokhalevskiy

Federal Public Budgetary Scientific Institution "State scientific and production center of fish industry", Tyumen, krivenko663@gmail.com, krochalew@gosrc.ru

Coregonus sardinella Valenciennes is widely spread in the northern reservoirs of our country (Moskalenko, 1971). Four marketable population of *C. sardinella* are usually distinguished in the Ob'-Taz fish farming basin. Many authors devoted much of their work to *C. sardinella* biology (Moskalenko, 1958, 1971; Zhgutova, 1977; Andrienko, 1978; Brusynina and others, 2001). In addition, *C. sardinella* is an important object of fishery and present provides very considerable catches – over 2,0 thousand tons.

Coming from the analysis of literary data, it is possible to distinguish two problems in the study of *C. sardinella* biology. The degree of local isolation of *C. sardinella* spawning population from the Schuchya and Messo-Yaha rivers, because there is no a single opinion on this problem (Moskalenko, 1958; Zhgutova, 1977; Brusynina and others, 2001). The changeability effect of the hydrological regimen, on the growth rate of *C. sardinella* in Ob' and Taz estuary.

This research is namely devoted to these problems. The results of comparative analysis of the size and age-related *C. sardinella* competition on the Schuchya and Messo-Yaha rivers spawning are given in the article.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОНА РЕКИ МАЯТ

Л.И. Кузьмина

Якутский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», kuzmina_lena_in@inbox.ru

В геологическом плане район исследований расположен на древней Сибирской платформе, входит в территорию бассейна р. Анабар, расположенного за Северным полярным кругом (рис. 1). Гидробиология данного объекта хорошо не изучена, экология реки представляет большой интерес вследствие расположения р. Маят на территории, где развита алмазная промышленность.

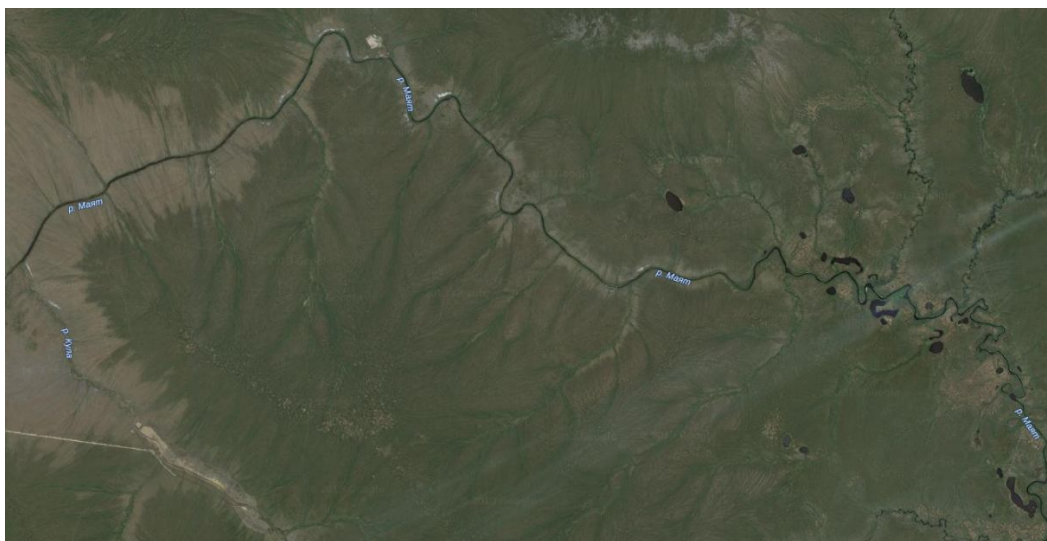


Рисунок 1. Река Маят

Река Маят – правый приток р. Анабар, впадает в него на 304-м км от устья и имеет длину 115 км, площадь водосбора – 1030 км², принимает 70 притоков общей длиной 211 км. Русло реки в основном прямолинейное, без крутых излучин, канавообразное, ширина его колеблется от 10 до 40 м и в межень представляет собой чередование плесовых (1-2 км) участков и порогов. Скорость течения в межень на порогах 0,3–0,8 м/с, на плесах – 0,05-0,2; весной - 0,4–1,9 м/с. Расход воды колеблется от 15,5 в летнюю межень до 86,8 м³/с в паводковый период. Питание происходит за счет весеннего снеготаяния и летне-осенних дождей (Биология реки Анабар, 2007).

Отбор и обработку проб проводили по общепринятой методике И.А. Киселева (1956). При отборе проб использовали метод процеживания определенного объема воды ведром через качественную сеть Апштейна с последующей фиксацией 4%-ным раствором формалина. Камеральная обработка проходила в лаборатории ЯФ ФГБНУ «Госрыбцентр». Пробы просматривались под биноклем и микроскопом. Расчет численности и биомассы организмов зоопланктона производился на 1 м³. Биомасса рассчитывалась путем перевода численности на индивидуальный вес организмов исходя из зависимости между длиной и массой тела (Методические рекомендации., 1982). Установление организмов зоопланктона осуществлялось с помощью известных определителей (Коловратки фауны СССР, 1970; Определитель зоопланктона и зообентоса..., 2010).

Исследования проходили в июле 2015 г. на верхнем (от устья руч. Курунг до устья руч. 41) и среднем течении р. Маят (устье руч. Кула). По нашим данным, видовой состав зоопланктона был представлен 41 видом и надвидовым таксоном, принадлежащим к 3 систематическим группам (см. таблицу).

Видовой состав и распределение зоопланктона р. Маят (июль 2015 г.)

Таксон	Верхнее течение	Среднее течение
1	2	3
ROTIFERA		
1. <i>Asplanchna</i> sp.	+	+
2. <i>Filinia</i> sp.	+	-
3. <i>Filinia passa</i>	+	-
4. <i>Filinia terminalis</i>	+	-
5. <i>Conochilius hippocrepis</i>	+	-
6. <i>Brachionus</i> sp.	+	+
7. <i>Brachionus falcatus</i>	+	-
8. <i>Lecane</i> sp.	-	+
9. <i>Lecane</i> (s. str) <i>tenuiseta</i>	+	-
10. <i>Lecane</i> (M) sp.	+	+
11. <i>Proales</i> sp.	-	+
12. <i>Euchlanis</i> sp.	-	+
13. <i>Euchlanis dilatata</i>	+	+
14. <i>Euchlanis lyra</i>	+	-
15. <i>Euchlanis meneta</i>	+	-
16. <i>Keratella cochlearis</i>	+	-

17. <i>Keratella quadrata</i>	+	+
18. <i>Keratella irregularis</i>	+	-
19. <i>Notholca labis</i>	+	+
20. <i>Notholca caudate</i>	+	+
21. <i>Notholca acuminata</i>	+	-
22. <i>Trichotria truncate</i>	+	+
23. <i>Lepadella</i> sp.	+	-
24. <i>Mytilina</i> sp.	-	+
25. <i>Cephalodella</i> sp.	+	+
26. <i>Trichocerca</i> sp.	-	+
27. <i>Eosphora najas</i>	-	+
28. <i>Enteroplea lacustris</i>	+	-
29. <i>Rotaria</i> sp.	-	+
CLADOCERA		
30. <i>Bosmina</i> (B.) <i>longirostris</i>	+	+
31. <i>Bosmina</i> (E.) cf. <i>crassicornis</i>	-	+
32. <i>Bosmina</i> (E.) cf. <i>longispina</i>	+	+
33. <i>Bosminopsis deitersi</i>	+	+
34. <i>Acroperus harpae</i>	+	+
35. <i>Acroperus</i> sp.	+	+
36. <i>Chydorus sphaericus</i>	+	+
COPEPODA		
37. Копеподит <i>Calanoida</i>	+	+
38. <i>Limnocalanus macrurus</i>	+	+
39. <i>Senecella</i> sp.	-	+
40. Копеподит <i>Cyclopoida</i>	-	+
41. Науплиус <i>Copepoda</i>	+	+

Примечание. «+» - вид присутствует, «-» - вид отсутствует, «sp.» - род без определения вида.

В зоопланктоне бассейна р. Маят по разнообразию видов на первом месте остаются коловратки (69%); ветвистоусые и веслоногие рачки по качественному развитию стоят довольно близко (19 и 12% соответственно).

В составе коловраток 30 видов, относящихся к 14 семействам (Asplanchnidae, Filinidae, Conochilidae, Lecanidae, Proalidae, Euchlanidae, Brachionidae, Trichotriidae, Colurellidae, Mytilinidae, Notommatidae, Trichocercidae, Eosphoridae, Philodinidae). Наибольшим разнообразием отличаются семейства Brachionidae (8 видов) и Euchlanidae (4 вида), приспособленные к плавающе-ползающему образу жизни. Они массово развиваются в местах оседания детрита (плесы, заросли макрофитов) (Коловратки фауны СССР, 1970). Доминирующими являлись виды р. *Brachionus*.

Среди ветвистоусых ракообразных были обнаружены 8 видов и форм, относящихся к 2 семействам. Наибольшего разнообразия достигают представители семейства Bosminidae (4 вида), из которых ведущими были *Bosmina* (E.) cf. *longispina*, развивающиеся в затишных участках рек.

Веслоногие ракообразные представлены 2 видами, принадлежащими к семействам Centropagidae и Aetideidae, отряду Calaniformes. Часто встречались неполовозрелые копеподитные стадии *Calanoida* и *Cyclopoida*, а также личиночные науплиальные стадии *Copepoda*.

Количественные показатели развития зоопланктона в районе исследований значительно варьировали. Максимальная численность и биомасса зоопланктонных организмов зафиксированы в верхнем течении (3080,0 экз./м³ и 17,615 мг/м³ соответственно). За счет массового развития крупных видов р. *Limnocalanus* доля веслоногих ракообразных по биомассе достигала 52% (рис. 2).

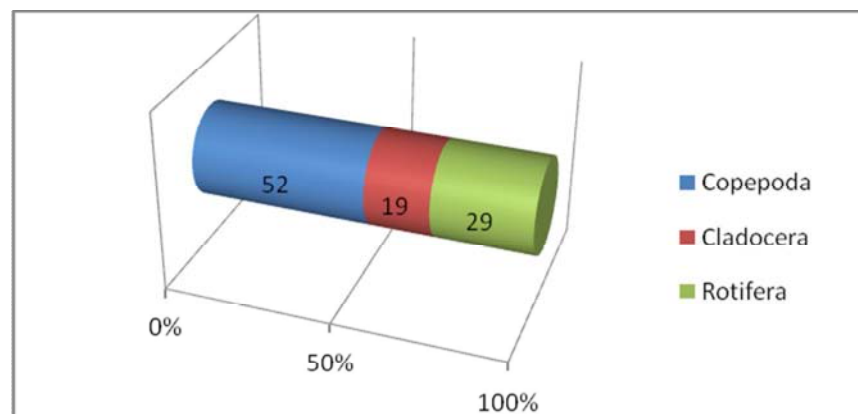


Рисунок 2. Соотношение зоопланктона по биомассе, %

За счет массового развития коловраток их доля по численности составляла 73% (рис. 3).

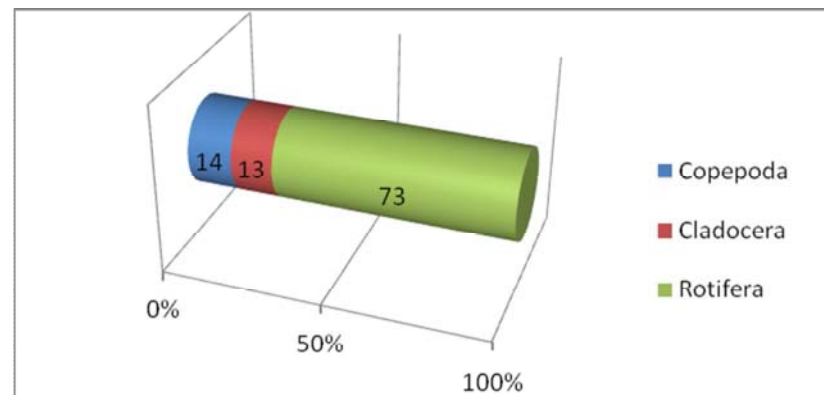


Рисунок 3. Соотношение зоопланктона по численности, %

Состав зоопланктона в исследовании, проведенном в июле 2004 г., был представлен 16 видами, принадлежащими к 3 систематическим группам. Доминирующее положение занимали коловратки (50%), субдоминантами являлись ветвистоусые (38%) и веслоногие ракообразные (12%). Комплекс доминирующих видов был представлен типичными реофильными и придонными видами. Относительная высокая частота встречаемости отмечается у прибрежно-фитофильных ветвистоусых ракообразных семейства Chydoridae (*Chydorus sphaericus*, *Alona rectangula*) и коловраток семейств Euchlanidae и Brachionidae. Наибольшим разнообразием видов отличались станции, расположенные на среднем течении (устье руч. Кула) и в устьевых участках р. Маят (Биология реки Анабар, 2007).

В 2015 г. видовое разнообразие и численность зоопланктона возросли по сравнению с 2004 г. (рис. 4).

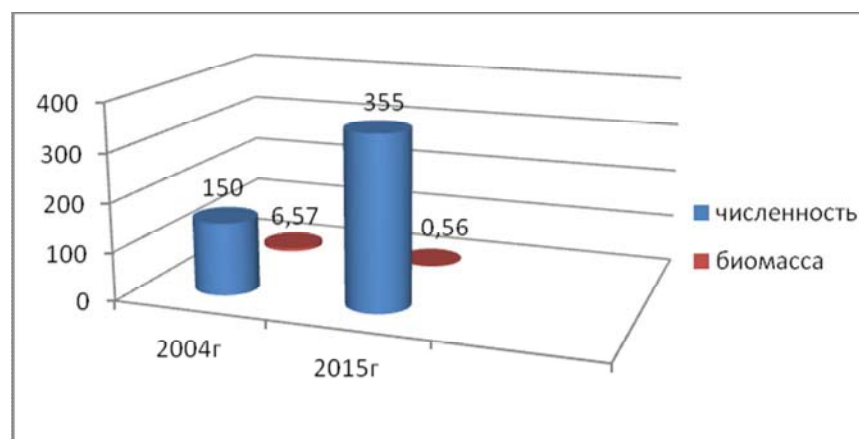


Рисунок 4. Динамика изменения численности (экз./м³) и биомассы (мг/м³) зоопланктона р. Маят

Таким образом, видовой состав зоопланктона р. Маят в 2015 г. был представлен 41 видом и надвидовым таксоном, принадлежащим к 3 систематическим группам. По видовому составу и численности доминировали коловратки, а наибольшая биомасса была зафиксирована у представителей Copepoda. В 2015 г. по сравнению с 2004 г. численность и видовое разнообразие организмов зоопланктона возросли.

Литература

Биология реки Анабар / А.Ф. Кириллов, В.В. Ходулов, И.Г. Собакина и др.; отв. редактор А.Ф. Кириллов; ИПЭС АН РС(Я). – Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2007. – 224 с.

Киселев И.А. Исследование планктона // Жизнь пресных вод. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. - Т. 4. - Ч. 1. - С. 183-271.

Коловратки фауны СССР. Подкласс Eurotatoria. – М.: Академия наук СССР, 1970. - Вып. 104. – 744 с.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. - Л.: изд. ГосНИОРХ, 1982. – 35 с.

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон / Под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 495 с.

THE CURRENT STATE OF ZOOPLANKTON OF THE MAYAT RIVER

L.I. Kuzmina

Yakut branch of the FGBNU «Gosrybcentr», kuzmina_lena_in@inbox.ru

Modern studies of zooplankton of the Mayat River show its improvement in 2015 compared with 2004. This was expressed in increasing of species diversity (in 2004 - 16 species, and in 2015 - 41 species), and in increasing of the density of organisms per 1 m³ of water (in 2004 - 150 ind./m³, and in 2015 - 355 ind./m³).

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ РЫБОПРОПУСКНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ ВОЛГИ И ДОНА И ОЦЕНКА ИХ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ

Я.А. Куликова^{1,2}, канд. техн. наук С.Н. Салиенко²

¹Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова ФГБОУ ВО «ДГАУ», Новочеркасск, kulikova.ya@mail.ru

²ООО «Осанна», Энгельс, Саратовская обл., osannass@mail.ru

Строительство Волго-Донского водного пути и комплексное использование водных ресурсов Нижнего Дона и Нижней Волги путем постройки гидроузлов с гидроэлектростанциями на них, а также строительство оросительных систем для орошения и обводнения тысяч гектаров земель в пределах Ростовской и Саратовской областей отрицательно сказывались на состоянии водных биоресурсов этих водоемов.

Первое условие сохранения естественного размножения проходных и полупроходных рыб – это достаточный пропуск производителей к местам их размножения. Когда в бассейне Азовского моря русловых плотин не было, а промысел был достаточно развит, пропуск производителей таких рыб обеспечивался только правилами рыболовства. Вопрос о пропуске производителей возник после постройки первой на Дону Кочетовской плотины (1917 г.), и наиболее остро он встал в связи с сооружением Цимлянского гидроузла, образующего на Дону регулирующее водохранилище и являющегося одним из основных звеньев комплекса Волго-Донского водного пути и водноэнергетического использования нижнего течения Дона. Строительство русловых плотин потребовало проведения рыбоохранных мероприятий (Троцкий, 1973).

В этот же период Саратовской рыбохозяйственной станции, переданной во Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), были поручены изучение естественного воспроизводства и разработка методов искусственного воспроизводства проходных рыб Северного Каспия.

С целью определения величины потерь нерестовых стад, которые будут вызваны строительством ГЭС на Нижней Волге, Б.Г. Чаликовым, Н.И. Французовым, В.Г. Иванчиновым, Ф.Ф. Дьяконовым и другими исследователями изучались распределение и мощность нерестилищ проходных рыб. Было установлено, что перекрытие Волги в районе г. Куйбышева отрежет путь к нерестилищам для стада сельди-черноспинки, 20-30% – осетра и белуги, 5-10 – севрюги и 100% – белорыбицы. Было предложено строительство рыбоходов или рыбоподъемников для проходных рыб (Шашуловский и др., 2014).

В России на настоящий момент имеется 27 рыбопропускных сооружений (Павлов, Скоробогатов, 2014). Немалая их часть, а именно 13 рыбопропускных сооружений, построена на реках Волги и Дона, являющихся одними из главных рыбохозяйственных водотоков страны (рис. 1).

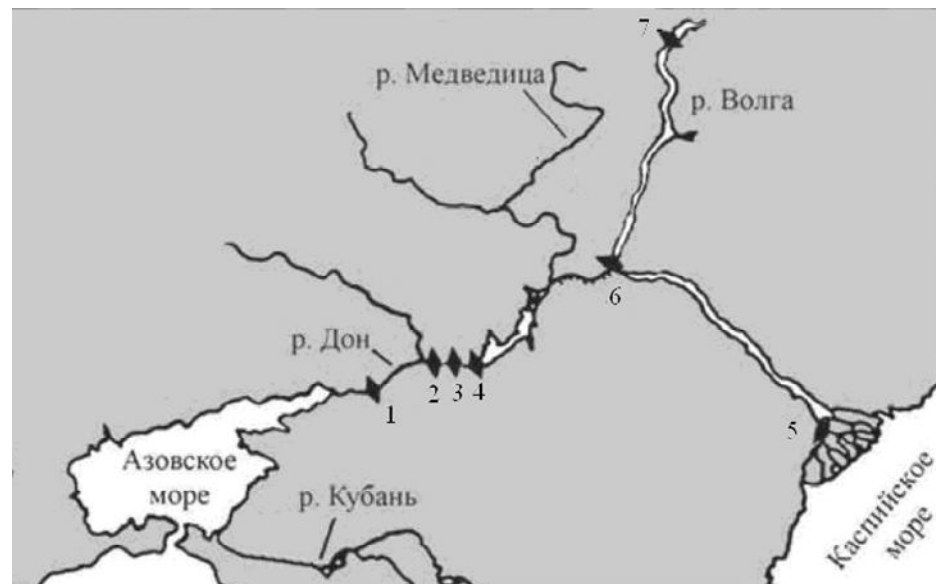


Рисунок 1. **Схема расположения рыбопропускных сооружений на реках Волги и Дона:**

1 – рыбопропускной шлюз Кочетовского гидроузла, 2 – рыбопропускные шлюзы Константиновского гидроузла, 3 – рыбопропускные шлюзы Николаевского гидроузла, 4 – гидравлический рыбоподъемник Цимлянского гидроузла, 5 – рыбопропускные шлюзы Волжского водodelителя, 6 – гидравлический рыбоподъемник Волгоградского гидроузла, 7 – механический рыбоподъемник Саратовского гидроузла

На р. Дон на четырех гидроузлах было построено девять рыбопропускных сооружений: на Кочетовском – рыбопропускной шлюз и экспериментальное передвижное рыбопропускное устройство; на Константиновском – два рыбопропускных шлюза и рыбоходно-нерестовый канал; на Николаевском – два рыбопропускных шлюза и рыбоходно-нерестовый канал; на Цимлянском – гидравлический рыбоподъемник.

На р. Волге и ее притоках, имеющих важное рыбохозяйственное значение, было построено более десяти крупных плотин, и только в составе трех гидроузлов имеются рыбопропускные сооружения: на водodelителе, расположенном между Волгоградом и Астраханью в районе г. Нариманов, – два рыбопропускных шлюза; на Волгоградском гидроузле – гидравлический рыбоподъемник; на Саратовском гидроузле – механический рыбоподъемник.

Гидравлический рыбоподъемник Цимлянского гидроузла – старейший из рыбопропускных сооружений Волжско-Донского бассейна и первый рыбоподъемник в Советском Союзе, построенный, как и все сооружения ГЭС, в 1952 г. и введенный в эксплуатацию в 1955 г., эксплуатируется на сегодняшний день уже на протяжении более 60 лет.

На момент ввода в эксплуатацию рыбопропускное сооружение Цимлянского гидроузла было единственным в речном бассейне Дона, а в настоящее время оказалось четвертым и последним на пути миграций рыб. Число дошедших до Цимлянского гидроузла рыб напрямую зависит от эффективности работы рыбопропускных сооружений нижерасположенных Кочетовского, Константиновского и Николаевского гидроузлов.

Рыбоподъемник предназначался для пропуска рыб различных пород, а именно: осетровых (белуга, севрюга, осетр), частиковых (лещ, сазан, судак) и других в период с апреля по ноябрь. Шлюзование рыбы проводилось с учетом времени нерестовых миграций и захода рыбы в рыбоподъемник в течение суток. За год в среднем осуществлялось около шестисот шлюзований. При этом полный цикл шлюзования рыбы занимал около 40 минут.

Опыт эксплуатации рыбопропускного сооружения Цимлянской ГЭС на протяжении первого десятилетия показал, что рыбоподъемник имел как технологические, так и конструктивные недостатки, в том числе отсутствовала возможность проведения подсчета пропускаемой через рыбоподъемник рыбы, что затрудняло оценку эффективности его работы. Рыбоподъемник не выполнял своего назначения в полном объеме. Через него не пропускались ценные проходные осетровые рыбы (белуга, осетр, севрюга). Также мало проходили сельди, рыбец, сазан и некоторые другие породы. Вместе с тем отмечалось, что через рыбоподъемник проходило значительное количество леща, чехони, судака, берша и многих других рыб (до 20 видов). При специальном изучении работы рыбоподъемника было выяснено, что сооружение могло бы пропускать существенно больше рыбы, если провести его реконструкцию (Троцкий, 1973).

Проект реконструкции рыбоподъемника Цимлянского гидроузла был выполнен Гидропроектом с участием других проектных организаций и предусматривал частичную реконструкцию существующего оборудования рыбоподъемника, а также замену и добавление некоторых новых объектов механического оборудования. Реконструкция рыбоподъемника была осуществлена с 1965 по 1972 г. с целью повышения эффективности его работы. И в настоящее время уже на протяжении 44 лет с момента реконструкции рыбоподъемник на Цимлянском гидроузле всё еще работает и осуществляет пропуск проходных рыб с начала апреля по конец ноября (Павлов, Скоробогатов, 2014).

2 июня 1962 г. Совет Министров СССР распоряжением № 1406р возложил на Министерство строительства электростанций обязательство разработать в 1962-1963 гг. проектно-сметную документацию на строительство рыбопропускных и рыбозащитных сооружений на гидроэлектростанциях и гидроузлах, в том числе на Кочетовском гидроузле Министерства речного флота РСФСР.

Кочетовский гидроузел является нижерасположенным в Донском каскаде гидроузлов. Рыбопропускной шлюз на Кочетовском гидроузле был введен в эксплуатацию в 1971 г. (рис. 2).



Рисунок 2. Рыбонакопительный лоток рыбопропускного шлюза Кочетовского гидроузла

По данным АзНИИРХа, в первые годы эксплуатации фактическое количество рыб, пропущенных рыбопропускным шлюзом в верхний бьеф, по отношению к количеству рыб, подошедших к гидроузлу, составляло для осетровых 17,7-66,6, для остальных видов рыб – 25-43,8%. Наибольшее число осетровых рыб было пропущено в 1974, 1975, 1982 и 1983 гг. и, соответственно, составляло 1957, 2050, 1887 и 1990 экз.

Через рыбопропускной шлюз Кочетовского гидроузла проходило 14 видов рыб: белуга, осетр, севрюга, стерлядь, судак, лещ, рыбец, шемая, жерех, сазан, толстолобик, белый амур, черноморско-азовская проходная сельдь, чехонь и др.

В начальный период эксплуатации рыбопропускной шлюз пропускал в верхний бьеф более 2000 экз. осетровых. Начиная с 1990-х гг. отмечено резкое уменьшение пропуска осетровых. И в настоящее время наблюдаются единичные заходы белуги, осетров, севрюги, стерляди. В 2007 г. через шлюз было пропущено 19 осетров, в 2008 г. – 10, в 2009 г. – 9. Отмечается тенденция к уменьшению захода в Кочетовский рыбопропускной шлюз и других видов рыб. В настоящее время рыбопропускной шлюз всё еще работает, в основном в весенне-летний (апрель-июль) и осенний периоды (сентябрь-ноябрь) (Павлов, Скоробогатов, 2014).

По проектному заданию шлюзования и использования энергии Нижнего Дона, выполненному Гидропроектом в 1952 г., каждый из 4 планируемых к строительству гидроузлов (Николаевский, Константиновский, Мелеховский и Аксайский) должны были включать в себя рыбоходные устройства. Два верхних гидроузла, а именно Николаевский и Константиновский расположены выше участка, на котором нерестятся наиболее распространенные породы рыб. Рыбоходные устройства для Николаевского и Константиновского гидроузлов были запроектированы Гидропроектом в двух вариантах.

По одному варианту на Николаевском гидроузле намечалось использование рыбоходного канала на левом берегу. По второму варианту вместо рыбоходного канала предполагалось устроить рыбоходный лифт, конструкция которого аналогична осуществляемой

на Цимлянском гидроузле.

До окончательного разрешения вопросов с рыбохозяйственными организациями в проект был включен рыбоходный канал. Однако с конструктивной стороны и по размещению и по компоновке гидроузла значительные преимущества имел рыбоходный лифт, так как устройство рыбоходного канала приводило к значительному увеличению объемов работ и необходимости устройства длинного направляющего заградителя. Эти затруднения можно было устранить при устройстве лифта.

Несмотря на преимущества лифта по компоновке, стоимости и удобству обслуживания и, соответственно, повышенные затраты на сооружение рыбоходного канала, на Николаевском гидроузле были построены два рыбопропускных шлюза и рыбоходно-нерестовый канал. Шлюзы были приняты в эксплуатацию в 1982 г. Из-за строительных и конструктивных недостатков шлюзы эксплуатировались мало.

В рыбопропускные шлюзы заходили все виды рыб (осетровые, лещ, рыбец, чехонь, сазан и другие), однако количество пропускаемых рыб было сравнительно невелико. Например, в 1986 г. было пропущено (шт.): белуга – 2, осетр – 141, севрюга – 62, стерлядь – 176, судак – 1260, лещ – 1959, рыбец – 225, шемая – 933, толстолобик – 2674, белый амур – 163, черноморско-азовская проходная сельдь – 1980, сом – 266, прочие – 8528.

Причинами данного положения являются:

- значительная удаленность Николаевского гидроузла от нижележащих Константиновского и Кочетовского гидроузлов;
- нерест рыб в межплотинном участке и заход части их в крупнейший приток Дона – р. Северский Донец;
- эффективная работа рыбоходно-нерестового канала, обеспечивающего пропуск значительной части подходящих к гидроузлу рыб;
- имеющиеся недостатки в работе сооружений гидроузла и рыбопропускных шлюзов (поломки отдельных элементов водосбросных устройств и шлюзов).

Рыбоходные устройства Константиновского гидроузла, так же как и Николаевского, были запроектированы Гидропректом в двух вариантах: в виде рыбоходного канала и в виде плавучего рыбозаградителя для направления рыбы, идущей снизу в рыбоходный канал. По второму варианту в качестве рыбоходных устройств намечалось сооружение рыбоподъемника по типу, осуществленному на Цимлянском гидроузле, и электрорыбозаградителя. Так же как и для Николаевского гидроузла, по компоновке, стоимости и удобству обслуживания преимущества имел рыбоходный лифт по сравнению с каналом.

Однако так же как и для Николаевского гидроузла, несмотря на то, что устройство рыбоходного канала приводило к значительному увеличению объема проводимых работ, а, соответственно, и к увеличению затрат на его сооружение и обслуживание, на Константиновском гидроузле были построены и введены в эксплуатацию два рыбопропускных шлюза и рыбоходно-нерестовый канал. Рыбопропускные шлюзы по конструкции и технологии работы аналогичны сооружениям, построенным на Кочетовском и Николаевском гидроузлах. Эти сооружения эксплуатировались с 1985 по 1987 г. и пропускали в верхний бьеф 16 видов рыб, в том числе и осетровых (белуга, осетр, севрюга, стерлядь). Данные о пропуске рыб рыбопропускными шлюзами Константиновского гидроузла приведены в табл. 1 (Павлов, Скоробогатов, 2014).

Таблица 1. Данные о пропуске рыб рыбопропускными шлюзами Константиновского гидроузла (шт.)

Виды рыб	1985 г.	1986 г.	1987 г.
Белуга	-	10	7
Осетр	5	32	30
Севрюга	1	47	5
Стерлядь	6	31	35
Рыбец	972	107	16594
Шемая	128	162	650
Лещ	590	595	1714
Сельдь	126	2670	1220
Чехонь	10891	28909	93562

С 1988 г. рыбопропускные шлюзы Константиновского гидроузла не работали в связи с отсутствием скопления рыб в нижнем бьефе плотины. В 1996 г. сооружения были законсервированы без демонтажа оборудования.

В рыбоходно-нерестовый канал Константиновского гидроузла в 1977 г. зафиксирован заход более 250 экз. осетровых, в 1984 г. в канал зашло 2590 экз. осетра, 85000 экз. рыба и других видов рыб (всего более 164500 особей). Установлены проход рыб по каналу, а также нерест в канале (Шкура, 1999).

Выполненные исследования на рыбоходно-нерестовых каналах Николаевского и Константиновского гидроузлов доказывают возможность использования их в качестве рыбопропускных сооружений, в которых имеются условия для пропуска и нереста различных видов мигрирующих рыб.

На Волгоградском гидроузле Волжской ГЭС имени XXII съезда КПСС, входящей в Волжско-Камский каскад ГЭС, для пропуска рыб в верхний бьеф в теле плотины был построен гидравлический рыбоподъемник.

В постоянную эксплуатацию рыбоподъемник был введен в 1961 г. По данным Волгоградского отделения ГосНИОРХ, в первые годы эксплуатации гидроузла к плотине из Каспийского моря подходило от 200 до 700 тыс. производителей осетровых. С момента ввода рыбоподъемника Волгоградского гидроузла в эксплуатацию за 4 года его работы с 1961 по 1964 г. пропущено к местам нереста: осетра - 78169 шт., севрюги - 2129, белуги - 13, белорыбицы - 338, сельди - 2192900, частика - 207600 шт.

Рыбоподъемник обеспечивал пропуск от 10 до 15% осетровых рыб, подходящих к гидроузлу. Максимальное количество осетровых – 60 тыс. экз. - было пропущено в 1967 г. Кроме осетровых рыбоподъемник пропускал и другие виды полупроходных и туводных рыб (свыше 1 млн. экз.). Динамика пропуска осетров, белорыбицы и сельди-черноспинки в период с 1962 по 1987 г. представлена на рис. 3 (Павлов, Скоробогатов, 2014).

В настоящее время подход осетровых рыб к плотине из-за уменьшения численности стада практически прекратился. В 1999 г. рыбоподъемник был законсервирован.

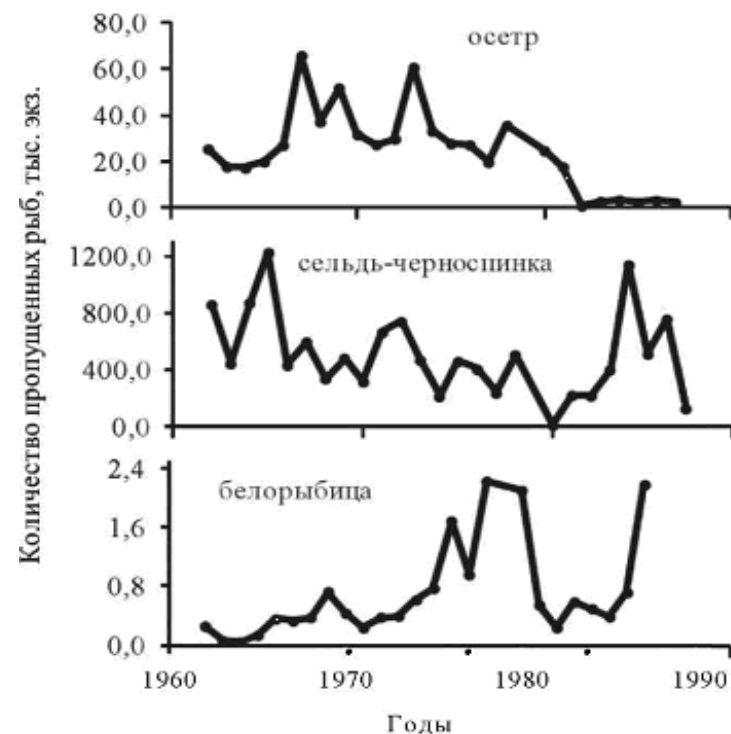


Рисунок 3. Динамика пропуска рыб рыбоподъемником Волгоградского гидроузла по годам

Саратовская гидроэлектростанция является седьмой ступенью Волжского каскада при счете по течению и второй ступенью после Волжской ГЭС от устья р. Волги.

Еще в 1960 г. директор ВНИРО Госплана СССР В. Зайцев в письме № 22-23/1102 от 26 апреля 1960 г. на запрос главного инженера Гидропроекта А.Н. Балугина сообщал о целесообразности строительства в Саратовском гидроузле рыбопропускного сооружения, если оно на Сталинградском гидроузле окажется эффективным и через него будут проходить осетровые рыбы.

Рыбоподъемник Саратовского гидроузла был введен в эксплуатацию в 1969 г. Динамика пропуска рыбоподъемником различных видов рыб за десятилетие его эксплуатации - с 1969 по 1979 г. - приведена в табл. 2.

Таблица 2. Пропуск рыбы рыбоподъемником Саратовской ГЭС за десятилетие его работы (шт.)

Виды рыб	1969 г.	1972 г.	1973 г.	1974 г.	1975 г.	1976 г.	1977 г.	1978 г.	1979 г.
	Кол-во шлюзований								
	482	89	395	318	321	718	599	454	271
Осетр	352	29	278	152	235	599	281	249	19
Белуга	1	-	3	-	1	3	1	-	-
Севрюга	2	-	-	-	-	2	1	-	-
Белорыбица	133	14	69	71	103	388	106	25	29
Сельдь	74250	12020	36721	130	37480	208461	175119	81481	1819
Минога	-	-	-	-	-	5	-	-	-
Стерлядь	1080	7	144	55	181	912	126	192	29
Угорь	-	-	-	-	-	-	5	-	-
Белый амур	62	5	16	12	2	55	64	83	22
Толстолобик	-	-	-	5	-	19	11	28	1
Сом	1920	178	279	499	598	1156	889	564	336
Частик	657424	3870264	492634	78369	545460	726894	408763	468034	116809
Всего	735224	3882517	530144	79293	584060	938454	585366	550717	128007

На рыбоподъемнике Саратовской ГЭС началась работ по пересадке рыб в Саратовское водохранилище с 1969 г. В эксплуатацию рыбоподъемник был введен с большими неполадками и из года в год на протяжении всего периода его эксплуатации работал с перебоями и частыми авариями. В 1970 и 1971 гг. рыбоподъемник не функционировал. Увеличение пропущенных рыб в 1976 г. происходило за счет более регулярной работы рыбоподъемника и роста количества шлюзований. В 1976 и 1977 гг. Саратовский рыбоподъемник работал почти регулярно, и не было крупных и частых сбоев его работы по вине ГЭС. За период работы в 1977 г. большой реконструкции рыбоподъемника проведено не было, но во время его эксплуатации работниками ГЭС были осуществлены некоторые усовершенствования, способствовавшие его бесперебойной работе. В 1979 г. в Саратовское водохранилище было пересажено очень мало рыб, гораздо меньше, чем в предыдущие годы, шлюзований проведено также меньше. Сказалось позднее начало работы рыбоподъемника.

Для полного освоения ранее установленных нерестилищ осетровых рыб и, соответственно, для эффективной работы Саратовского рыбоподъемника необходимое количество производителей осетра составляло 1,5-2,0 тыс. шт. Однако рыбоподъемник не справлялся с поставленной задачей по пропуску проходных осетровых с целью сохранения их естественного воспроизводства.

До Саратовского гидроузла доходило от 0,46 до 2,0% осетров, в то время как сельди-черноспинки – от 7,7 до 51,0%. По данным наблюдений, сооружение обеспечивало пропуск небольшого количества осетровых и массовый пропуск сельди и частиковых рыб. Наибольшее количество частиковых пропущено в 1972 г. (3870,2 тыс. шт.). Средний пропуск этих рыб составлял 708,1 тыс. шт. рыб, а среднецикловой за 1979-1983 гг. – 1379 шт. рыб, что больше, чем на других сооружениях. Рыбоподъемник эксплуатировался недостаточно интенсивно. За 1979-1983 гг. в среднем в год осуществлялось только по 162 шлюзования (Шкура, 1999).

В Отчете Саратовской контрольно-наблюдательной ихтиологической станции Нижневолжрыбвода за 1977 г. был отмечен тот факт, что в связи с низкими концентрациями проходных видов рыб - осетровых и белорыбицы - в приплотинной зоне Саратовской ГЭС заход этих рыб в подъемник и пропуск их в Саратовское водохранилище были очень небольшими, поэтому работа рыбоподъемника не оправдывала своего назначения. Если учесть еще, что и для пропущенных в Саратовское водохранилище осетров и белорыбицы необходимых условий для естественного размножения не существовало, а эффективность нереста сельди-черноспинки в связи с низкими скоростями течения сводилась к нулю, то было очевидно, что работа Саратовского рыбоподъемника бессмысленна в биологическом смысле.

Значительно позднее рыбопропускное сооружение Саратовского гидроузла перестало работать, и его оборудование было законсервировано в связи с закрытием рыбоподъемника на расположенной ниже Волжской ГЭС в 1999 г.

Таким образом, проведенный анализ показывает, что на таких крупных реках, как Дон и Волга, имеющих большое рыбохозяйственное значение, особое внимание уделялось вопросам обеспечения сохранения рыбных запасов в условиях комплексного использования водных ресурсов.

На р. Волге были построены рыбопропускные сооружения на водodelителе на Волгоградском и Саратовском гидроузлах. В бассейне р. Дон было построено семь рыбопропускных сооружений и два рыбоходно-нерестовых канала. Рыбопропускные сооружения Волжско-Донского бассейна вводились в эксплуатацию в период с 1955 по 1984 г. Однако большая их часть на сегодняшний день не работает и законсервирована (табл. 3) (Павлов, Скоробогатов, 2014).

Таблица 3. Состояние рыбопропускных сооружений на реках Дон и Волга

Гидроузел	Тип сооружения, год ввода в эксплуатацию	Пропускаемые виды рыб	Состояние сооружения
р. Дон			
Кочетовский	Рыбопропускной шлюз, 1972 г.	Осетровые, черноморско-азовская сельдь, рыбец, шемая и др.	Работает
	Плавучий рыбонакопитель с судами-контейнерами для перевозки рыбы, 1969 г. (эксперимент)		Эксперимент завершен
Константиновский	Рыбопропускные шлюзы (два), 1984 г.		Законсервированы
	Рыбоходно-нерестовый канал, 1984 г.		Работает
Николаевский	Рыбопропускные шлюзы (два), 1979 г.		Законсервированы
	Рыбоходно-нерестовый канал, 1979 г.		Работает
Цимлянский	Гидравлическийрыбоподъемник, 1955 г.		Работает
р. Волга			
Вододелитель	Рыбопропускные шлюзы (два), 1975 г.	Осетровые, сельдь-черноспинка, белорыбица, лещ, сазан, судак и др.	Законсервированы
Волгоградский	Рыбоподъемник гидравлический, 1961 г.		Законсервирован
Саратовский	Рыбоподъемник механический, 1969 г.		Законсервирован

Из 13 рыбопропускных сооружений на Дону и Волге продолжают функционировать только 4: рыбопропускной шлюз на Кочетовском гидроузле, гидравлический рыбоподъемник на Цимлянском гидроузле и два рыбоходно-нерестовых канала на Константиновском и Николаевском гидроузлах.

За период своей работы рыбопропускные сооружения на р. Волге пропустили большое число производителей (табл. 4) (Ходоревская, 2007).

На Дону рыбопропускные шлюзы и в настоящее время способны обеспечить пропуск нерестовых мигрантов, а в рыбоходно-нерестовых каналах Константиновского и Николаевского гидроузлов происходит не только проход, но и нерест производителей.

Таблица 4. Среднее количество производителей осетровых (тыс. экз.), пропущенных на нерестилища Нижней Волги

Годы	Русский осетр		Севрюга		Белуга	
	За весну	За год	За весну	За год	За весну	За год
1962-1965	4,8	401,0	17,1	68,3	нет данных	нет данных
1966-1970	22,0	1192,0	53,1	133,9	нет данных	нет данных
1971-1975	15,3	1444,0	30,4	108,7	0,059	1,20
1976-1980	22,6	2053,0	52,0	177,4	0,187	2,70
1981-1985	44,4	582,0	103,9	176,6	0,58	2,40
1986-1990	37,1	322,0	125,4	230,0	0,86	2,60

Литература

Архив Гидропроект. Раздел 10, экз. № 2, Шифр 017,НД/1-10-Т13, Инвентран. № Т-У38с. «Справка по проектному заданию шлюзования и использования энергии Нижнего Дона». Л. 2-4.

Архив Гидропроект. Раздел 10а, Оп. экз. № 3, Шифр 017ц/2-10а-Т12, Инвентран. №Т/ч-3607с. «Цимлянский гидроузел на р. Дон. Технический проект». Л. 78-85.

Архив Гидропроект. Шифр 473/-14-т29, Инвентран. № П-1018. «Проектное задание освоения водохранилища Саратовской ГЭС. Том 1. Общая пояснительная записка». Л. 175.

Воловик Г.С., Воловик С.П., Косолапов А.Е. Водные и биологические ресурсы Нижнего Дона: состояние и проблемы управления. – Новочеркасск: СевКавНИИРХ, 2009. – 301 с.

Павлов Д.С., Скоробогатов М.А. Миграции рыб в зарегулированных реках. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2014. – 413 с.

Троцкий С.К. Рассказ об азовской и донской рыбе. – Ростов-на-Дону: Ростовское книжное изд-во, 1973. – 192 с.

Ходоревская Р.П., Рубан Г.И., Павлов Д.С. Поведение, миграции, распределение и запасы осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2007. – 242 с.

Центральный технический архив Гидропроект. Шифр 017ц/-18е-т1, Инвентран. № Т-107693. «Реконструкция рыбоподъемника Цимлянкой гидроэлектростанции на р. Дону. Проектное задание». Л. 26-29.

Центральный технический архив Гидропроект. Шифр 190, Инвентран. № Т-109671. «Саратовская гидроэлектростанция на р. Волге. Проектное задание. Рыбоподъемник. Книга 1. Пояснительная записка. Чертежи». Л. 97.

Центральный технический архив Гидропроект МВД Главгидрострой СССР. Инвентран. № Т/ч-3472. «Цимлянский гидроузел на р. Дону. Технический проект. Том II. Гидроэлектростанция и рыбоподъемник». Л. 65-72 .

Шашуловский В.А., Лизина Н.Н., Малинина Ю.А. Рыбохозяйственные исследования водохранилищ Нижней Волги / Рыбохозяйственные исследования на водных объектах европейской части России. Сб. науч. работ, посвященных 100-летию ГосНИОРХ. – СПб.: изд. ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2014. – С. 187-201.

Шкура В.Н. Рыбопропускные сооружения. В 2-х ч. – М.: Изд. «Рома», 1999. – 729 с.

THE PROCESS OF FORMATION OF FISHWAY STRUCTURES AT HYDROELECTRIC POWER PLANTS OF THE VOLGA AND THE DON AND THE ESTIMATION OF THEIR PRESENT CONDITION

Ya.A. Kulikova^{1,2}, Candidate of Science S.N. Salienko²

¹ *Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute, Novocherkassk, kulikova.ya@mail.ru*

² *LLC Osanna, Engels, osannass@mail.ru*

The process of formation of fishway structures at hydroelectric power plants of the largest rivers in Russia such as the Volga and the Don is examined. In the article there is information about quantity of fish passed through every fishway structure. The operation of fishway structures of the Volga and the Don is analyzed and the estimation of their present condition is given.

СОДЕРЖАНИЕ

УДК: 639.3

**ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА КОРМОВ, ВКЛЮЧАЮЩИХ
СМЕСЬ РЫБНОЙ МУКИ И БЕЛКА КУКОЛКИ ТУТОВГО ШЕЛКОПРЯДА (*BOMBYX MORI*),
ПРИ КОРМЛЕНИИ МОЛОДИ АФРИКАНСКОГО СОМА (*CLARIAS GARIEPINUS*)**

А.Р. Курбанов¹, Б.Г. Камилов², Р.Ю. Милушева³, С.Ш. Рашидова³

¹Научно-опытная станция по развитию рыбоводства, Институт животноводства, птицеводства и рыбоводства,
Минсельхоз республике Узбекистан, kurbanov19859@mail.ru

²Институт генофонда растительного и животного мира Академии наук Узбекистана, bkam58@rambler.ru

³Научно-исследовательский центр химии и физики полимеров при Национальном университете Узбекистана, carbon@uzsci.net

Корма – основная составляющая в выращивании рыб в аквакультуре; при этом протеины – важная составная в кормах, а рыбная мука – главный поставщик протеинов. На глобальном рынке рост производства рыбной муки прекратился, что делает злободневным поиск альтернативных источников протеинов животного происхождения как более предпочтительных ввиду оптимального содержания незаменимых аминокислот по сравнению с источниками растительного происхождения. Исследователи ведут работы с мясо-костной и кровяной мукой, субпродуктами птицеводства, мукой из беспозвоночных (Tacon, 1993; Robinson, Li, 1998; Xue et al., 2003; Sogbesan et al., 2006; Li et al., 2009). Основная тенденция исследований – частичная замена рыбной муки в кормах на альтернативный ингредиент. В Узбекистане перспективна в этом отношении оказалась куколка тутового шелкопряда *Bombyx mori*, в частности, извлекаемый из нее белок (БКТШ). Корм, в котором в качестве источников протеинов животного происхождения применяют смесь рыбной муки и белка БКТШ в соотношении 50 : 50, показал более высокие параметры роста молоди африканского сома *Clarias gariepinus*, чем при корме с рыбной мукой или при других соотношениях ингредиентов (Kurbanov et al., 2015). В указанном исследовании содержание протеинов в рецептуре было около 40%. Здесь же изучали зависимость роста молоди африканского сома от качества кормов, с разным содержанием протеинов, при использовании смеси рыбной муки и БКТШ в равных долях.

Материал и методика

Белок куколки тутового шелкопряда получали следующим образом: механическая очистка куколок от сора и примесей; отделение масла; депротеинизация белковых компонентов в растворе NaOH; сульфатаммонийное коагулирование и выделение белка центрифугированием; отбелка белка перекисью водорода; диализ в проточной воде, сушка и консервация. Полученный белок охарактеризован по содержанию азота, серы, зольности, массовой доли влаги, сорбционной способности и другим параметрам (Рашидова, Милушева, 2009).

Эксперимент проводили с 23 сентября по 3 декабря 2015 г. Было взято 150 особей африканского сома примерно одного размера из бассейнов рыбопитомника Научно-опытной станции по развитию рыбоводства, расположенного возле г. Янгиюля Ташкентской области Узбекистана. В первые 7 дней молодь содержали в аквариумах для адаптации к новым условиям. После этого ее разделили на 5 групп и рассадили по опытным аквариумам.

Были рассчитаны 5 рецептов кормов, составляемых из одного набора ингредиентов, источником протеинов животного происхождения в которых была смесь рыбной муки и БКТШ в равных долях. Рецептура опытных кормов была рассчитана так, чтобы содержание протеинов в них составляло 25, 30, 35, 40 и 45% (табл. 1). При этом корм Р40 был нами взят как контрольный. Корма обозначили по уровню протеинов: Р25, Р30, Р35, Р40 и Р45 соответственно.

Таблица 1. Состав опытных гранулированных кормов (%)

Ингредиенты	Корм				
	Р25	Р30	Р35	Р40	Р45
Рыбная мука	6,5	10,7	18,4	21,9	25
БКТШ	6,5	10,7	18,4	21,9	25
Соевый шрот	13	21,4	7,1	14,6	7,2
Подсолнечниковый шрот	13	4,2	11,3	4	17,4
Отруби	53	45	36,8	29,6	17,4
Раст. Масло	6	6	6	6	6
Премикс	2	2	2	2	2
Итого, %	100	100	100	100	100

По 10 особей африканского сома посадили в отдельные аквариумы размером 100х50х50 см. Опыт проводили в трехкратной повторности. Корма вносили из расчета 10% от биомассы рыб в аквариуме в день. Суточную дозу делили на 4 порции, корма вносили ежедневно в 8:00, 12:00, 16:00 и 20:00 в течение 70 дней.

Сухие ингредиенты перемалывали до состояния муки, отвешивали нужное количество, добавляли 10% воды, тщательно перемешивали в кухонном комбайне до состояния фарша, пропускали через электромясорубку с диаметром отверстий у матрицы 1 мм для получения тяжей, которые нарезали, сушили и использовали как гранулированный корм для рыб в опыте.

В течение всего опыта поддерживали температуру воды в аквариумах на уровне $26 \pm 1,5$ °С, для чего использовали аквариумные термостаты в каждом аквариуме. Взвеси и несъеденные остатки кормов удаляли со дна аквариумов ежедневно сифоном. Каждый день в каждом аквариуме меняли воду на 25%, каждый 5-й день производили полную замену воду при обеспечении одинаковой температуры.

В начале и конце опыта, а также каждую неделю измеряли массу тела каждой особи с точностью до 0,1 г. По результатам контрольных ловов корректировали рацион.

В качестве параметров роста и качества кормов рассчитывали следующие общепринятые показатели:

- прирост массы тела: $DW (г) = W_2 - W_1$ (где $W_1 (г)$ – начальная средняя масса тела рыб в аквариуме, $W_2 (г)$ – конечная средняя масса тела рыб);
- скорость роста массы тела (г/сутки) = DW/t (где t – длительность опыта в днях);
- удельная скорость роста (specific growth rate, SGR): $SGR (\%/сутки) = [(\ln W_2 - \ln W_1) / t] * 100$ (где $\ln$ – натуральный логарифм);
- кормовой коэффициент: $K = \text{количество внесенного корма (г)} / DW (г)$;
- коэффициент эффективности использования протеина (protein efficiency ratio, PER): $PER = DW (г) / \text{количество внесенного с кормами протеина (г)}$.

Проводили однофакторный дисперсионный анализ. Достоверность определяли для уровня 5% ($p < 0.05$).

Результаты

Ни одной рыбы не погибло во время опыта, т.е. выживаемость была 100%.

Показатели роста рыб при содержании на разных кормах приведены в табл. 2. Самым высоким абсолютным приростом массы тела обладали рыбы, содержащиеся на корме Р35, затем на кормах Р40 и Р30. Самым медленным был рост у рыб на корме Р45 (хотя у данного корма - самое высокое содержание протеина). Однофакторный дисперсионный анализ показал достоверное влияние такого фактора, как уровень содержания протеина в кормах, на величину абсолютного прироста.

Таблица 2. Показатели роста и качества опытных кормов при кормлении молоди африканского сома опытными кормами

Показатели	Корм				
	Р25	Р30	Р35	Р40 (контроль)	Р45
Начальная масса тела, г	3,7	3,2	5,0	4,7	4,0
Финальная масса тела, г	6,87	7,4	9,43	9,02	6,43
DW, г	3,17*	4,2	4,43	4,32	2,43*
Скорость роста массы тела, г/сутки	0,45*	0,6	0,63	0,6	0,35*
SGR (% /сутки)	0,89	1,2	0,91	0,92	0,74
Кормовой коэффициент	1,38	1,04*	1,32	1,34	1,77
PER	2,93*	3,26*	2,17*	1,88	1,33

* Разница с контролем (Р40) достоверна ($p > 0.05$).

Параметр скорости роста (г/сутки) массы тела африканских сомов за период эксперимента показал аналогичные результаты. Самым быстрым был рост на корме Р35, затем на Р30 и Р40, самым медленным - на Р25 и Р45. Выявлено достоверное влияние качества кормов на данный показатель.

По величине удельной скорости роста массы тела рыб (%/сутки) самым быстрым ростом обладали сомы при содержании на корме Р30, а при содержании на кормах Р40, Р35 и Р25 их скорость роста была примерно одинаковой. Заметно меньше была удельная скорость роста при кормлении Р45. Анализ показал, что влияние качества кормов на рассматриваемый параметр недостаточно.

Показатели качества кормов – другая группа важных величин. Кормовой коэффициент (чем меньше его величина, тем лучше корма) был самым низким в группе Р30 (1,04), далее с заметным отставанием он был в группах с кормами Р35, Р40, Р25 и Р45. Однако однофакторный дисперсионный анализ не выявил достоверного влияния качества кормов на величину кормового коэффициента.

Основой эффективности кормления является скорость утилизации протеинов. Этот показатель самым высоким был в группе с кормом Р30, затем – Р25, Р35, Р40 и Р45. То есть чем меньше была величина протеина в кормах, тем эффективнее этот протеин был использован молодью африканского сома на рост. Выявили достоверное влияние качества кормов на данный показатель.

Обсуждение

Работы по поиску альтернативных рыбной муке источников протеинов животного происхождения для кормления рыб в интенсивной аквакультуре позволяют как решать вопрос рационального использования продуктов местного сельского хозяйства, так и избавиться от проблем, связанных с глобальным ограничением производства рыбной муки. Основная тенденция – частичная замена рыбной муки на альтернативный источник. В Узбекистане с развитым шелководством мы обратили внимание на куколку тутового шелкопряда. Сама по себе куколка является побочным продуктом производства шелка, что уже делает ее использование перспективным. В последние годы в республике разработали технологию получения из куколки шелкопряда ценного вещества – хитозана. При этой технологии получается побочный продукт, богатый протеинами – БКТШ (Рашидова, Милушева, 2009). Выявлено, что корм со смесью источников протеина показывает лучшие результаты по сравнению с кормами с одним источником протеина животного происхождения (Attala, Mikhail, 2008; Fa Kayode, Ugwumba, 2013). В предыдущих своих исследованиях мы провели опыты по возможности замены рыбной муки на БКТШ и выяснили, что лучшим ростом обладали рыбы, которых кормили кормами, в которых соотношение рыбной муки и БКТШ было 50:50 (Kurbanov et al., 2015). В том исследовании содержание протеина в кормах было 40%. В данном опыте мы использовали в качестве источника протеинов животного происхождения смесь рыбной муки и БКТШ в соотношении 50 : 50, но составили рецепты, в которых доля протеина варьировала, и проанализировали качество таких кормов при кормлении молоди африканского сома.

Для африканского сома было выяснено, что для него предпочтительны корма с содержанием протеинов 39–41% (Faturati et al., 1986; Akinwande et al., 2002). Именно поэтому мы в качестве контрольной группы взяли такую, которую кормили кормом Р40. Предполагалось, что корма с разным содержанием протеина не отличались от контроля (не были хуже). В этом случае

при уменьшении уровня содержания протеинов стоимость кормов и всего процесса выращивания рыбы становится дешевле при сохранении качества кормов и их влиянии на рост рыб. Однако наш опыт показал, что разница в кормах была.

Анализ показал, что влияние качества кормов, выражаемое в уровне содержания протеина, было достоверным на такие параметры, как абсолютный прирост молоди африканского сома и относительный прирост (г/сутки). Сравнение средних по t-критерию выявило, что разница в показателях роста рыб при использовании кормов с содержанием протеина 30, 35 и 40% была недостоверной, т.е. практически эти корма обладали одинаковым эффектом на рост рыб. Корма с содержанием протеина 25 и 45% (крайние значения) отличались достоверно по их влиянию на рост рыб, при этом в обеих группах он был заметно меньшим (как абсолютный прирост, так и относительный).

Анализ показал, что по параметрам качества кормов (кормовой коэффициент и эффективность использования протеинов) самым хорошим оказался рецепт с 30%-ным содержанием протеина, причем показатель достоверно отличался от контроля по t-критерию. По кормовому коэффициенту все остальные рецепты (P25, P35, P45) не отличались достоверно от контрольного рецепта (P40). А по эффективности использования протеинов помимо указанного P35 достоверно отличались от контроля показавшие более высокие значения рецепты P25, P35, а вот корма P45 и P40 имели более низкие результаты и между собой достоверно не различались.

Таким образом, установлено, что корма с содержанием рыбной муки и БКТШ в равных долях и протеина с уровнем 30, 35 и 40% примерно одинаковы для обеспечения роста молоди африканского сома и что они достоверно лучше по сравнению с кормами, содержащими протеин в количестве 25 и 45%. По показателям качества корм с содержанием протеина 30% обладал самым низким кормовым коэффициентом и самым высоким уровнем утилизации протеина, т.е. отличался самым высоким качеством по сравнению с другими. Практически одинаковыми были корма с содержанием протеина 35 и 40%.

Корм с самым высоким содержанием протеина (45%) показал самые низкие характеристики роста рыб и качества кормов.

Рекомендации

Таким образом, при использовании БКТШ можно рекомендовать продолжать исследования кормов с содержанием протеина на уровнях 30-40%, при том что корма с более низким содержанием протеина будут более дешевыми.

Литература

- Рашидова С.Ш., Милушева Р.Ю. Хитин и хитозан *Bombyx mori*: синтез, свойства и применение. – Ташкент: Изд-во Фан, 2009. - 246 с.
- Akinwande A.A., Ugwumba A.A.A., Ugwumba O.A. Effects of replacement of fish meal with maggot meal in the diets of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings // Zoologist. – 2002. – 1. – P. 41-49.
- Attala R.F., Mikhail S.K. Effect of replacement of fish meal protein with boiled full fat soybean seeds and dried algae on growth performance, nutrient utilization and some blood parameters of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) // Egypt. J. Aquat. Biol. & Fish. – 2008. - 12 (4). – P. 41–61.
- Fa Kayode O.S., Ugwumba A.A.A. Effects of replacement of fish meal with palm grub (*Oryctes rhinoceros* (Linnaeus, 1758)) meal on the growth of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) and *Heterobranchus longifilis* (Valenciennes, 1840) fingerlings // Journ. Fisher. Aquatic Sci. – 2013. – 8. – P. 101-107.

Faturati E.O., Balogun A.M., Ugwu L.L.C. Nutrient utilization and growth responses of *C. lazera* fed different dietary protein levels // Nig. J. Applied Fish. Hydrobiol. – 1986. – 1. – P. 41-45.

Kurbanov A.R., Milusheva R.Yu., Rashidova S.Sh., Kamilov B.G. Effect of replacement of fish meal with silkworm (*Bombyx mori*) pupa protein on the growth of *Clarias gariepinus* fingerling // International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. – 2015. - 2(6). – P. 25-27.

Li K., Wang Y., Zheng Z.-X., Jiang R.-L., Xie N.-X. et al. Replacing fish meal with rendered animal protein ingredients in diets for Malabar grouper, *Epinephelus malabaricus*, reared in net cages // J. World. Aquacult. Soc. – 2009. – 40. – P. 67-75.

Robinson E.H., Li M.H. Comparison of practical diets with and without animal protein at various concentrations of dietary protein on performance of channel catfish *Ictalurus punctatus* raised in earthen ponds // J. World. Aquacult. Soc. – 1998. – 29. – P. 273-280.

Sogbesan A.O., Ugwumba A.A.A., Madu C.T. Nutritive potentials and utilization of garden snail (*Limicolaria aurora*) meat meal in the diet of *Clarias gariepinus* fingerlings // Afr. J. Biotechnol. – 2006. – 5. – P. 1999-2003.

Tacon A.G. Feed ingredients for warm water fish: fish meal and other feedstuffs // FAO Circular no 856, FAO. – Rome, 1993. - 64 p.

Xue M., Zhou Z., Wu X.F., Yu Y., Ren Z.L. Partial or total replacement of fish meal by meat and bone meal in practical diets for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* // ACTA Zoonutri. Sinica. – 2003. – 1. – P. 106-112.

EFFECT OF REPLACEMENT OF FISH MEAL WITH SILKWORM *BOMBYX MORI* PUPA ON THE GROWTH OF *CLARIAS GARIEPINUS* FINGERLING

A.R. Kurbanov¹, B.G. Kamilov², R.Y. Milusheva³, S.Sh. Rashidova³

¹Uzbekistan Research Experimental Station of Aquaculture Development, Institute of animal husbandry, poultry and fish culture, Ministry of Agriculture and Water Management, Uzbekistan, kurbanov19859@mail.ru

²Institute of gene pool of plant and animal worlds, Academy of Sciences, Uzbekistan, bkam58@rambler.ru

³Research Centre of polymers chemistry and physics. Tashkent, Uzbekistan

An experiment was conducted to determine value of feed contained mixture of fishmeal and protein of silkworm (*Bombyx mori*) pupa (50:50) on growth and feed utilization of *Clarias gariepinus* fingerlings. Five diets with varying levels of protein namely 25, 30, 35, 40, 45% were used. Experiment lasted for 70 days. There were no significant differences in growth parameters (weight gain, relative growth rate, specific growth rate) in groups fed with 30, 35, 40% of protein; fish growth fed with 25 and 40% of protein was slower. The best feed utilization parameters (food conversion rate, protein efficiency rate) were observed for group fed with 30% protein level feed.

ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ В МЫШЦАХ И ПЕЧЕНИ БЫЧКОВ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Б.М. Куркембаева¹, М.Л. Галактионова², Ю.М. Баканева³

¹ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет», Астрахань, kurkembraevab@mail.ru

² Каспийский филиал института океанологии им. П.П. Шишова РАН, Астрахань, Galakti_m@mail.ru

³ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет», Астрахань, uliabakaneva@yandex.ru

Исследовалась интенсивность перекисных процессов в печени и мышцах каспийских бычков, выловленных в Северном Каспии в летний период 2013-2015 гг. Выявлена высокая активность этих процессов в печени и существенно меньшая в мышцах. Показана тенденция увеличения интенсивности ПОЛ в печени от 2013 к 2015 г. и в сравнении с 2007 г. Применение кластерного анализа позволило обнаружить среди исследованных рыб особей, находящихся на разных этапах реакции организма на воздействие окружающей среды.

Введение

Морские экосистемы в наибольшей степени подвержены действию различных видов загрязнения, особенно внутренние моря, загрязнение которых формируется под влиянием стока рек, эксплуатации водного транспорта, смывов с сельхозполей ядохимикатов и удобрений, попадания в воду нефти и продуктов её переработки вследствие добычи как в самом море, так и в прибрежных районах.

Организм разных животных отвечает на изменения окружающей среды рядом реакций различных физиологических систем. Их формирование обусловлено силой и длительностью воздействия на организм. На сильные и длительные влияния негативных факторов внешней среды, каковыми являются загрязнения, организм отвечает комплексом защитных реакций, которые развиваются, как правило, по сценарию неспецифических адаптивных реакций организма, т.е. как стресс-реакция (Лукияненко, 1983; Гераскин, 2013). Как следует из современных представлений о развитии стресс-реакции, она не обходится без резкого увеличения интенсивности перекисных процессов (Барабой, 1991; Митрохин и др., 1991). Интенсивность реакции перекисного окисления липидов в организме рыб зависит от общего уровня загрязнения воды, где они обитают (Гераскин и др., 2012).

В связи с интенсивным освоением шельфа по добыче нефти в Северном Каспии, в настоящее время наиболее актуальными являются исследования таких биологических индикаторов, которые позволяют в достаточно короткие сроки оценить влияние на организм рыб загрязнения их среды обитания. Именно таким индикатором и является ПОЛ.

В качестве объекта для таких исследований в Каспийском море наиболее подходят бычки - представители семейства Gobiidae. Они являются важным компонентом экосистемы Северного Каспия. Их низкая миграционная способность и некоторые поведенческие реакции, например, закапывание в грунт, повышают возможность воздействия на них загрязняющих веществ, локализованных

не только в водной среде исследуемого района, но и в грунтовых отложениях. Поэтому рыбы этого семейства достаточно точно могут определять уровень воздействия на рыб загрязнённости исследуемых районов.

Материалы и методика

Объектом исследований служили каспийские бычки рода *Neogobius* (бычок- кругляк и песочник), выловленные в Северном Каспии. Интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) определяли в печени и белых мышцах по реакции малонового диальдегида (МДА) с тиобарбитуровой кислотой, выделяя спонтанную (СпПОЛ) и аскорбатзависимую (АсПОЛ) составляющие, а также накопление МДА в исследуемых тканях (Строев, Макарова, 1986). Вылов рыб проводился летом 2013-2015 гг. Всего за период исследования собраны пробы от 301 особи. Выловленные рыбы сразу же замораживались и хранились в таком виде до их обработки. Статистическая обработка полученных данных проводилась на компьютере с применением стандартных методов: определением t-критерия Стьюдента и кластерного анализа с помощью пакетов программ Microsoft Excel и Statistica 6.

Результаты и обсуждение

Исследование перекисного окисления у бычков, выловленных в западной части Северного Каспия в период 2013-2015 гг., выявило высокую вариабельность параметров ПОЛ как в печени, так и в мышцах. Наиболее высокой она была в печени. Максимальные скорости аскорбатзависимой ПОЛ достигали в этом органе у бычков 703 при минимальных значениях 18 нмоль/ч. Таким же большим был и диапазон колебаний скоростей спонтанной реакции перекисления - 698-19 нмоль/ч. В мышцах интенсивность перекисных процессов была ниже, как и пределы колебаний: скорости АсПОЛ варьировали в интервале 0,2-124 нмоль/ч, СпПОЛ – 0,2-63. Такая же закономерность прослеживалась и в накоплении в тканях печени и мышц продукта этих реакций малонового диальдегида: в печени диапазон колебаний был выше – от 1 до 134 нмоль, в мышцах ниже – от 0,03 до 26. В среднем за три года исследований интенсивность аскорбатзависимой реакции перекисления составила: в печени - 334 ± 11 нмоль/ч, в мышцах – $24,8 \pm 1,1$. Скорости спонтанного перекисления были несколько ниже: в печени - 299 ± 12 нмоль/ч, в мышцах – $10,2 \pm 0,6$. Соответственно и содержание МДА в печени было больше - $51,2 \pm 2,0$ нмоль, а в мышцах меньше - $2,1 \pm 0,1$.

Анализ данных ежегодных исследований выявил увеличение параметров ПОЛ в печени и мышцах бычков от 2013 к 2015 г. (табл. 1).

Таблица 1. Межгодовые изменения параметров ПОЛ у бычков

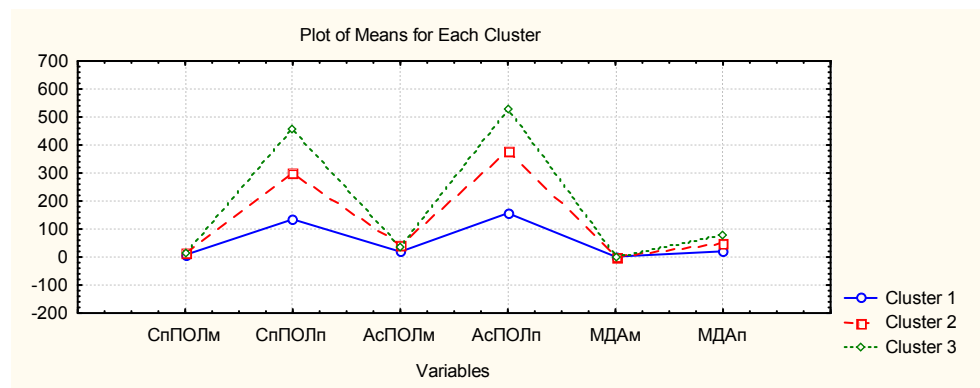
Год	СпПОЛ, нмоль/ч		АсПОЛ, нмоль/ч		М Д А, нмоль	
	Мышцы	Печень	Мышцы	Печень	Мышцы	Печень
2013	$7,5 \pm 0,7$	$272,6 \pm 19,0$	$17,2 \pm 1,2$	$301,6 \pm 18,3$	$2,1 \pm 0,3$	$45,0 \pm 3,2$
2014	$3,0 \pm 0,3$	$309,5 \pm 25,3$	$17,9 \pm 1,3$	$317,6 \pm 22,0$	$0,6 \pm 0,1$	$48,1 \pm 4,0$
2015	$16,4 \pm 1,2$	$313,5 \pm 17,6$	$39,8 \pm 5,3$	$369,4 \pm 18,4$	$2,9 \pm 0,2$	$56,8 \pm 3,0$

Исключением являются скорости спонтанного перекисления и содержания МДА в мышцах. Их величины у бычков в 2014 г. были более чем в два раза ниже, чем в 2013-м. Рост интенсивности перекисных процессов в печени за три года составил по аскорбатзависимой реакции примерно 23, а спонтанной – 15%. Если в печени скорости перекисидации липидов нарастали постепенно из года в год, то в мышцах минимальная скорость спонтанной реакции, как и содержание МДА, отмечалась в 2014 г., при максимальных значениях, выявляемых в 2015 г. Такие непропорциональные изменения в мышцах и печени связаны с особенностями ответных реакций печени и мышц на действие экологически неблагоприятной обстановки среды обитаний бычков. Из этого следует, что наиболее быстро и с высокой интенсивностью ПОЛ реагирует на изменения внешней среды именно печень, в то время как у мышц реакция замедлена и после исчезновения раздражающего фактора интенсивность ПОЛ ещё остается достаточно высокой (Экологические мониторинговые..., 2007). Такой характер динамики перекисных процессов связан с функциональными различиями решаемых задач клеток мышечной ткани и печени, в последнем случае, наряду с другими, функцией детоксикации вредных веществ, проникающих в организм из внешней среды (Гераскин, 2013). Исходя из того, что уровень ПОЛ зависит от общего загрязнения среды обитания рыб (Гераскин и др., 2012), основу которого составляют нефтеуглеводороды (Глумов, 2001), можно говорить об общей тенденции увеличения загрязненности вод Северного Каспия и его воздействию на рыб. Тем более что различия в параметрах ПОЛ у бычков между 2013 и 2015 гг. подтверждаются статистически (табл. 2). Об этом же свидетельствуют и данные по перекисному окислению липидов печени и мышц у бычков, отловленных в Северном Каспии в 2007 г. (Гераскин и др., 2009). Так, интенсивность АсПОЛ в печени бычков в это время колебалась от 61 до 225 нмоль/ч в зависимости от района исследований, т.е. была значительно ниже, чем в исследуемый период (2013-2015 гг.).

Таблица 2. Уровень межгодовых различий в параметрах ПОЛ бычков

Показатель	Уровень значимости (p)		
	2013–2014 гг.	2014–2015 гг.	2013–2015 гг.
СпПОЛ мышц	p<0,001	p<0,001	p<0,001
СпПОЛ печени	p>0,05	p>0,05	p<0,001
АсПОЛ мышц	p>0,05	p<0,001	p<0,001
АсПОЛ печени	p>0,05	p>0,05	p<0,05
МДА мышц	p>0,05	p<0,001	p>0,05
МДА печени	p>0,05	p>0,05	p<0,05

Учитывая большой диапазон колебаний анализируемых параметров ПОЛ в печени и мышцах бычков, нами был проведён кластерный анализ всех данных, полученных за три года исследований. Он показал как минимум наличие трёх групп рыб с разными параметрами ПОЛ в печени и мышцах (см. рисунок).



Группы рыб, различающиеся уровнем ПОЛ в печени и мышцах

Первый кластер (группа) представляет рыб с относительно невысоким уровнем перекисления липидов в печени и мышцах. В третьем, наоборот, сосредоточены бычки с очень высокой интенсивностью реакции перекисления липидов. Второй кластер – по параметрам ПОЛ представляет промежуточную группу, но ближе расположенную к третьему кластеру. Такие группы рыб выявляются во все годы проведенных исследований, при этом средние показатели ПОЛ по группам рыб очень близки. В качестве примера приведём межгодовую динамику скоростей протекания аскорбатзависимой реакции в печени и мышцах в выявленных группах рыб. Так, в третьей группе рыб средние значения для АсПОЛ в печени и в мышцах составили соответственно в 2013 г. – 528 и 34 нмоль/ч, в 2014 г. – 489 и 23 и в 2015 г. – 582 и 48 нмоль/ч. Во второй группе бычков эти показатели были ниже для печени и выше для мышц: в 2013 г. - 375 и 42 нмоль/ч, в 2014 г. – 338 и 25 и в 2015 г. – 401 и 63 нмоль/ч. В первой группе были сосредоточены бычки с меньшей интенсивностью процессов перекисления липидов как в печени, так и в мышцах: в 2013 г. - 157 и 19 нмоль/ч, в 2014 г. – 152 и 21 и в 2015 г. – 173 и 26 нмоль/ч. Так как интенсивность перекисных процессов в печени и мышцах отражает силу и длительность воздействия на животных неблагоприятных факторов среды (Барабой, 1991; Митрохин и др., 1991), то соответственно и выявленные группы представляют рыб на разных стадиях ответных реакций на воздействие загрязнений.

Заключение

Исследование интенсивности перекисного окисления липидов выявило высокую вариабельность параметров этого процесса в печени и мышцах проанализированных бычков, при этом в печени она была выше, чем в мышцах. Наиболее высокая интенсивность реакций перекисления также обнаружена в печени. Она превышала таковую в мышцах в 12,3 раза в случае аскорбатзависимой реакции и почти в 30 раз – при спонтанной реакции перекисления. Соответственно и накопление продукта этой реакции малонового диальдегида в печени было в 25 раз больше, чем в мышцах. Анализ межгодовых изменений ПОЛ в период 2013-2015 гг. выявил тенденцию к увеличению силы воздействия на бычков неблагоприятных факторов внешней среды, в результате которого наблюдается рост перекисного окисления липидов в печени не только за рассматриваемый период, но и по сравнению с данными за 2007 г. Проведенный кластерный анализ показал неоднородность рыб по исследованным параметрам ПОЛ. Обнаружено три группы рыб, находящихся на разных этапах ответной реакции организма бычков на воздействие неблагоприятных факторов внешней среды.

Литература

- Барабой В.А. Механизмы стресса и перекисное окисление липидов // Успехи совр. биологии. – 1991. - Т. 111.- № 6. – С. 923–932.
- Гераскин П.П. Реакция организма каспийских осетровых (аCIPENSERIDAE) на загрязнение среды обитания. Автореф. докт. дис. – М., 2013. - 32 с.
- Гераскин П.П., Пономарёва Е.Н., Металлов Г.Ф., Галактионова М.Л. Нефтяное загрязнение Каспийского моря как один из факторов инициирования оксидативного стресса у осетровых рыб // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2012. - Т. 14. - № 1 (10). - С. 2658-2665.
- Гераскин П.П., Металлов Г.Ф., Аксенов В.П., Дубовская А.В., Файзулина Д.Р., Галактионова М.Л. Использование биологических индикаторов для оценки загрязненности морской среды в районах расположения ликвидированных поисково-разведочных скважин // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. - 2009. - № 9. - С. 55-59.
- Глумов И.Ф. Современное состояние экосистем и хозяйственное освоение природных ресурсов Каспийского моря // Бюл. «Использование и охрана природных ресурсов в России». – 2001. - № 7. – С. 64-70.
- Лукьяненко В.И. Общая ихтиотоксикология. - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 320 с.
- Митрохин М.Н., Жигачева И.В., Чаморовская Л.Т. Активация перекисного окисления липидов в митохондриях печени и острая токсичность химических соединений. // Гигиена и санитария. - 1991. - № 1. - С. 49-51.
- Строев Е.А., Макарова В.Г. Практикум по биологической химии. - М.: Высшая школа, 1986. - 214 с.
- Экологические мониторинговые исследования на лицензионном участке «Северный» ООО «Лукойл-Нижневожскнефть» (1997-2006 гг.). – Астрахань: изд-во КаспНИРХ, 2007. - 432 с.

LIPID PEROXIDATION IN MUSCLE AND LIVER GOBIES OF THE NORTHERN CASPIAN SEA

B.M. Kurkembayeva¹, M.L. Galaktionova², J.M. Bakaneva³

¹*Astrakhan State Technical University, Astrakhan, kurkembayeva@mail.ru*

²*Caspian branch of the Oceanology Institute P.P. Shirshov, Astrakhan, Galakti_m@mail.ru*

³*ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет», Астрахань, uliabakaneva@yandex.ru*

Intensity the perokisnykh of processes in a liver and muscles of the Caspian bull-calves caught in the Northern Caspian Sea during the summer period of 2013-2015 was investigated. High activity of these processes in a liver and significantly smaller in muscles is revealed. The tendency of increase in intensity the FLOOR in a liver from 2013 by 2015 and in comparison with 2007 is shown. Application of the cluster analysis showed existence among the studied fishes, individuals who are at different stages of reaction of an organism to influence of environment.

СОДЕРЖАНИЕ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЕНСОДЕРЖАЩЕГО ПРЕПАРАТА ДАФС-25К ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КЛАРИЕВОГО СОМА В УСТАНОВКЕ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

О.А. Левина¹, Г.Ф. Металлов², В.А. Григорьев², С.В. Пономарев¹

¹ ФГБОУ ВПО Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, levina90@inbox.ru

² Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, kafavb@mail.ru

Многочисленные исследования различных селенсодержащих препаратов, разрешенных к использованию в ветеринарии и применяемые в качестве кормовых добавок в сельском хозяйстве, практически не охватывают отрасль товарного рыбоводства. В статье приводятся результаты исследования влияния органического селена ДАФС-25к на некоторые физиологические показатели и особенности роста клариевого сома. Установлено положительное влияние препарата на обменные процессы, протекающие в организме, что способствует повышению адаптивных возможностей рыб.

Технологии индустриального рыбоводства часто сопровождаются стрессовыми ситуациями (уплотненные посадки, искусственные комбикорма), которые индуцируют процессы свободнорадикального окисления (СРО) и приводят к задержке роста и развития рыб (Металлов и др., 2013). Для коррекции физиологического состояния и адаптации рыб к условиям искусственного выращивания в рацион добавляют различные биологически активные вещества, среди которых большое значение придается микроэлементам. Одним из важных микроэлементов для стабилизации функционального состояния животных является селен, влияющий на антиоксидантную систему организма, стимулирующий активность окислительно-восстановительных ферментов и витаминов (Фроловичев, 2013).

В сельском хозяйстве активно практикуется добавление в рацион животных селенсодержащих препаратов (Сел-плекс, Селенолин, Селенопиран, Е-селен, ДАФС-25), которые стимулируют процесс пищеварения, существенно повышая коэффициент рационального использования протеина, жира и клетчатки. В результате отмечена положительная тенденция в динамике массовых характеристик сельскохозяйственных животных.

Селен в корм животным добавляют в форме минеральных (селенит, селенат натрия) и органических (селенометеонин) соединений. Обе формы селена легко всасываются в желудочно-кишечном тракте. Однако органическая форма в отличие от минеральной более активно накапливается в мышцах и других тканях, участвует в обменных процессах и менее токсична (Шишулина, Кальмина, 2011; Бикчантаев, 2011). Многочисленные селенсодержащие препараты, применяемые в качестве кормовых добавок в сельском хозяйстве, практически не охватывают отрасль товарного рыбоводства. Среди органических селенсодержащих препаратов по своей эффективности выделяется ДАФС-25к. Это отечественная кормовая добавка используется для восполнения

недостатка селена в рационах сельскохозяйственных животных. Действующим веществом ДАФС-25к является диацетофенонилселенид.

На современном этапе развития товарного рыбоводства одним из перспективных объектов аквакультуры является клариевый сом (*Clarias gariepinus*). Это быстрорастущий вид, период роста которого от личинки до товарной рыбы составляет всего 6 мес. В России клариевый сом выращивают в Липецке, Курске, Рязани, Краснодарском крае (Ковалёв, Наумова, 2004; Ковалёв, 2006; Артеменков, 2013; Справочник рыбовода..., 2013).

Исследование влияния препарата ДАФС-25к на рыб проводили на молоди клариевого сома средней массой в опыте $302,38 \pm 18,45$, в контроле - $246,10 \pm 12,02$ г. В конце эксперимента масса рыб в опыте составила $469,52 \pm 25,38$, в контроле - $388,29 \pm 16,75$ г. ДАФС-25к вносили в корм в концентрации 1000 мкг/кг. Основные гидрохимические показатели находились в пределах нормы: температура – 28-30 °С, содержание кислорода – 6-7 мг/л.

Контроль скорости роста рыбы проводили согласно рекомендациям И.Ф. Правдина (1966). Действие препарата ДАФС-25к на физиологическое состояние исследуемой молоди оценивали по биохимическим показателям, которые характеризуют динамику белкового и жирового обменов.

Установленные на сельскохозяйственных животных стабилизация их функционального состояния и улучшение продуктивных качеств проявились и при добавлении препарата ДАФС-25к в корм клариевого сома. В частности, отмечено некоторое увеличение среднесуточной скорости роста, коэффициента массонакопления и упитанности (рис. 1).

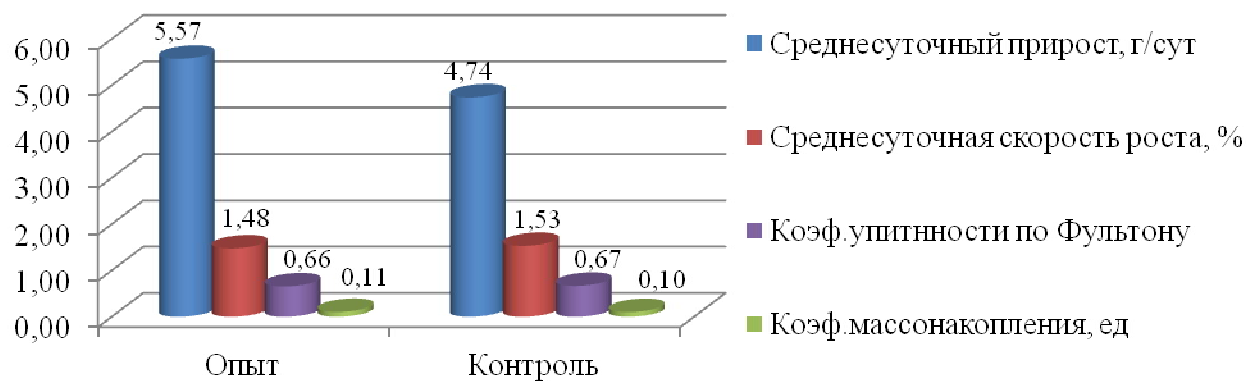
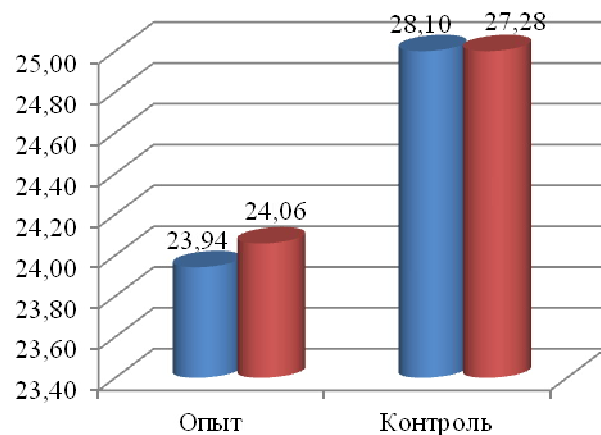
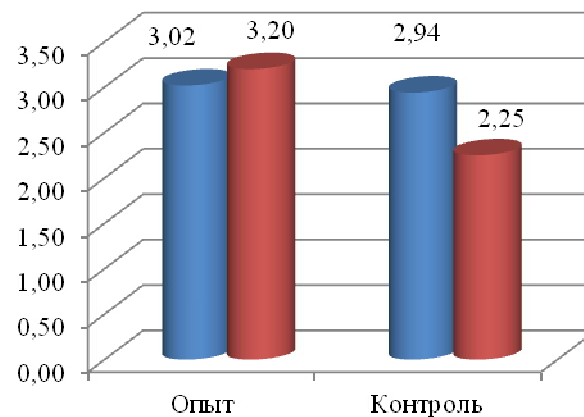


Рисунок 1. Интенсивность роста производителей клариевого сома

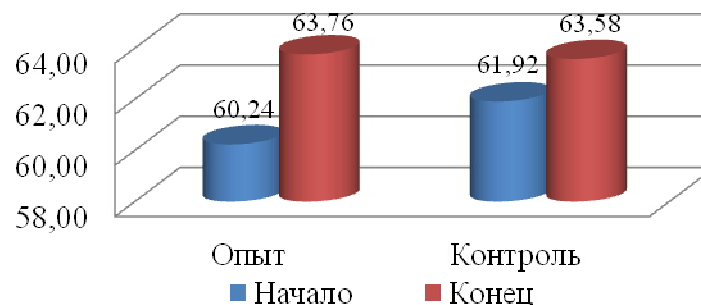
Активизация белкового и липидного обменов подтверждается результатами анализа физиологического состояния исследуемой рыбы (рис. 2).



Общий сывороточный белок (г/л)



Общие сывороточные липиды (г/л)



Гемоглобин (г/л)

Рисунок 2. Динамика некоторых показателей крови при выращивании клариевого сома с добавлением ДАФС-25к

Полученные результаты анализа физиологических показателей крови клариевого сома, выращенного в условиях обычной УЗВ при добавлении в рацион препарата ДАФС-25к, показали, что корм с этой добавкой стимулирует белковый и жировой обмен рыб. У контрольной группы отмечена противоположная тенденция изменения гематологических показателей, что свидетельствует о снижении интенсивности обменных процессов.

Таким образом, применение органического селена ДАФС-25к оказало благоприятное влияние на обменные процессы, что отразилось на рыбоводно-биологических показателях. В последующем необходимо проведение более детального исследования эффективности применения различных концентраций данного препарата при выращивании клариевого сома в установках замкнутого водоснабжения.

Литература

- Артеменков Д.В. Выращивание клариевого сома (*Clarias gariepinus*) на комбикормах с добавками пробиотика «Субтилис» в условиях УЗВ. Автореф. канд. дис. – М., 2013. - 23 с.
- Бикчантаев И. Органический селен и энергопротеиновый концентрат в рационе бычков // Комбикорма. - 2011. - № 7. – С. 77-78.
- Ковалёв К.В. Технологические аспекты выращивания клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в рыбоводной установке с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ). Канд. дис. – М., 2006. – 132 с.
- Ковалёв К.В., Наумова А.М. Экологический и физиологический контроль при выращивании клариевого сома в искусственных условиях // Сб. материалов Всерос. научно-практ. конф. «Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб». - М., 2004. - С. 539-540.
- Металлов Г.Ф., Григорьев В.А., Ковалева А.В., Левина О.А., Сорокина М.Н. Влияние препарата е-селен на рост и физиологические показатели гибрида русский осетр × ленский осетр // Вестник Южного научного центра РАН. – 2013. - Т. 9. - № 2. – С. 57-67.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. - М.: Пищевая пром-сть, 1966. - 376 с.
- Справочник рыбовода. Инновационные технологии аквакультуры юга России. - Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. - 224 с.
- Фроловичев А.С. Фармакология и применение диацетофенонилселенида в свиноводстве. Автореф. канд. дис. 06.02.03. – Краснодар: Кубан. гос. аграрный ун-т, 2013.
- Шишулина И.М., Кальмина Л.П. Селен – необходимый элемент для животных // Животноводство. - № 2 (56). - 2011. – С. 33.

EFFICIENCY OF USING OF SELENIUM-CONTAINING PREPARATION DAFS-25k AT CULTIVATION OF CLARIID CATFISH IN INSTALLATION IN RECIRCULAR SYSTEMS

O.A. Levina¹, G.F. Metallov², V.A. Grigoriev², S.V. Ponomerev¹

¹*Astrakhan State Technical University, Astrakhan, levina90@inbox.ru*

²*Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, kafavb@mail.ru*

Numerous researches of various selenium-containing preparations, allowed for use in veterinary science and applied as feed additives in agriculture, practically don't cover branch of commodity fish breeding. Results of research of influence of organic selenium DAFS-25k on some physiological indicators and features of growth of clariid catfish are given in article. Positive influence of a preparation on the exchange processes proceeding in an organism that promotes increasing of adaptive opportunities of an organism of fishes is established.

СОДЕРЖАНИЕ

ОЦЕНКА ЗАВОДСКОГО СТАДА КАСПИЙСКОЙ КУМЖИ (*SALMO TRUTTA CASPIUS* KESSLER) ПО РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫМ И РЕПРОДУКТИВНЫМ ПРИЗНАКАМ

М.И. Лунатова

ФГУП ФСГЦР, Ленинградская область, пос. Ропша, mariavolchonok@mail.ru

Известно, что рациональное ведение рыбного хозяйства невозможно без детального изучения биологии важнейших промысловых объектов. Каспийская кумжа - аборигенный вид бассейна Каспийского моря, является ценным промысловым объектом аквакультуры. В связи с гидростроительством конца 50-х–начала 60-х гг. прошлого столетия был значительно затруднен доступ данного вида к естественным нерестилищам, что наряду с интенсивным промыслом привело к резкому сокращению численности каспийской кумжи. С 1978 г. этот вид был занесен в Красную книгу Казахстана и РФ.

Из-за нехватки производителей на естественных нерестилищах проблемы воспроизводства каспийской кумжи сохранились и в настоящее время. Поэтому многие рыбоводные заводы, расположенные вблизи Каспийского моря и впадающих в него рек, уделяют большое внимание восстановлению популяции кумжи. Как показывает опыт восстановления численности черноморской кумжи, одним из способов увеличения промысловых запасов является создание заводских маточных стад ценных видов рыб (Никандров, Шиндавина, 2003). Как известно, разработка эффективных технологий заводского содержания и воспроизводства гидробионтов, а также оптимизация всех рыбоводных процессов в значительной мере опираются на изучение эколого-физиологических механизмов процессов роста и развития рыб в конкретных условиях среды (Завьялов и др., 2006). Для выявления закономерностей соматического и генеративного роста необходимы оценка размерно-весовых признаков рыб разновозрастных групп, а также расчет основных коэффициентов и индексов, отображающих динамику роста рыб и созревания половых продуктов. Одним из самых емких показателей изменений гонад является гонадосоматический индекс (ГСИ).

Целью настоящего исследования является оценка размерно-весовых признаков и гонадосоматического индекса у рыб заводского стада каспийской кумжи разного возраста. В соответствии с этим были намечены следующие задачи: провести бонитировку особей; определить пол рыб и уровень развития гонад; рассчитать основные коэффициенты и индексы; сделать общий статистический и корреляционный анализ полученных данных.

Объектами для данного исследования послужили особи заводского стада каспийской кумжи (*S. trutta caspius* Kessler) в возрасте от сеголетка до двух лет. Рыб выращивали в проточных бассейнах фирмы «Эвос» с ключевым водоснабжением. Средняя температура воды составила 6 °С; сезонные колебания незначительны: от 4 °С зимой до 8 в летнее время. Рыбоводно-биологический анализ разноразмерной молодежи рыб выполняли на нефиксированном материале по традиционной методике. Определяли основные

размерно-весовые показатели (масса тела, длина тела, высота тела, толщина тела, масса гонад), рассчитывали индексы тела, коэффициент упитанности, а также гонадосоматический индекс.

Характеристика однолетних особей, представленная в табл. 1, показала, что каспийская кумжа этого возраста отличалась низким уровнем изменчивости по размерам и массе тела. Средняя масса тела составляла 7,8 г, максимальное значение этого признака превышало минимальное в 2 раза.

Таблица 1. Характеристика сеголеток каспийской кумжи (n = 30)

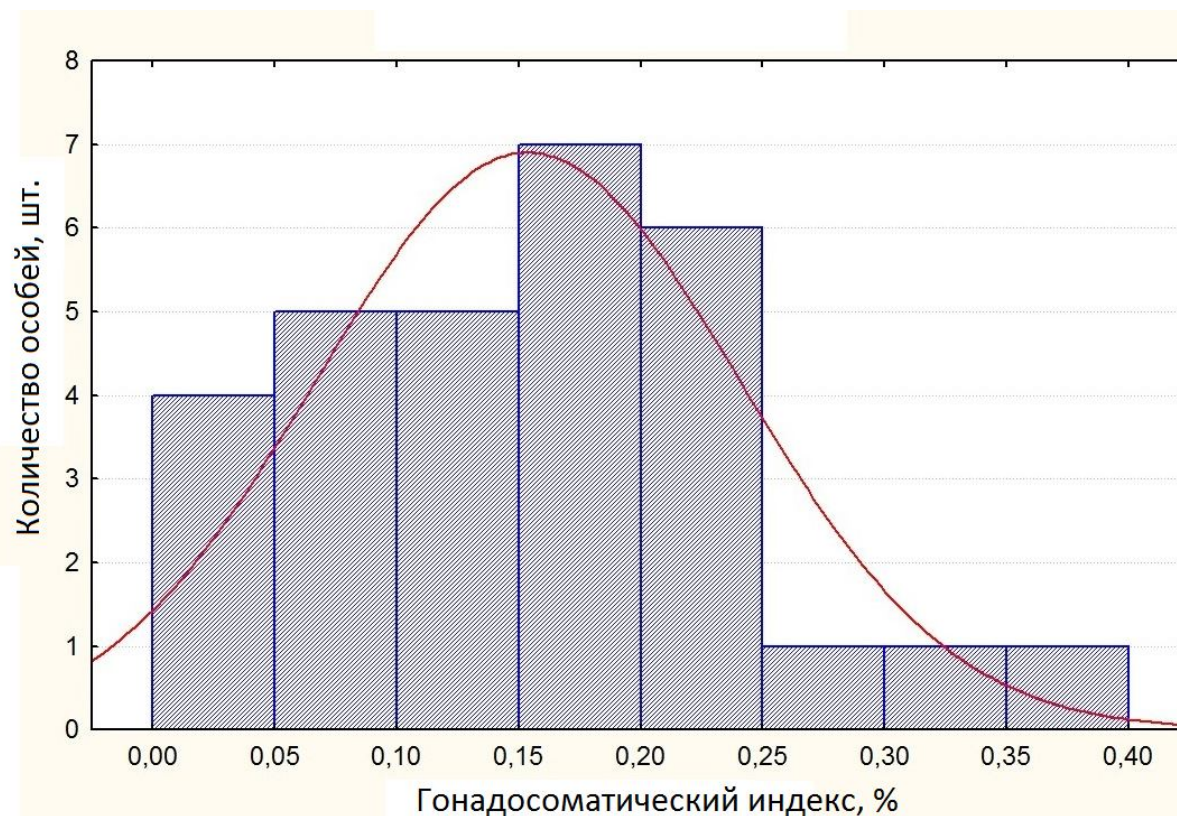
Показатели	Min	Max	$\bar{X}_{cp} \pm M_x$	Cv, %
Пластические признаки				
Масса тела, г	5,3	11,2	$7,8 \pm 0,26$	18,2
Длина тела по Смиту, см	7,3	9,3	$8,2 \pm 0,08$	5,6
Длина головы, см	1,5	2,7	$1,6 \pm 0,04$	13,8
Высота тела, см	1,3	2,6	$1,8 \pm 0,06$	17,8
Толщина тела, см	0,4	1,2	$0,75 \pm 0,04$	25,3
Индексы тела				
Коэффициент упитанности	1,2	1,6	$1,3 \pm 0,02$	6,2
Индекс прогонистости, %	3,2	5,6	$4,7 \pm 0,11$	13,2
Индекс толщины тела, %	5,3	13,4	$9,1 \pm 0,37$	22,5
Индекс длины головы, %	18,2	32,5	$20,6 \pm 0,4$	11,8
Репродуктивные показатели				
ГСИ, %	0,03	0,36	$0,16 \pm 0,02$	56,5

Индексы тела и коэффициент упитанности позволяют дать полную оценку пропорциональности телосложения и его видовых особенностей, а также выявить степень упитанности рыб. Коэффициент упитанности каспийской кумжи в среднем составил 1,3%, индекс прогонистости – 4,7, индекс толщины тела – 9,1, индекс длины головы – 20,6%.

Гонадосоматический индекс в среднем был равен 0,16%, при этом разница между крайними значениями этого признака кратна 12, а коэффициент вариации был 56,5%.

Анализируя данные, приведенные на рисунке, можно сделать вывод, что гонадосоматический индекс у сеголеток распределяется достаточно равномерно. Кривые распределения свидетельствуют о наличии двух групп: от 0,03 до 0,15% и от 0,15 до 0,36% с некоторым преобладанием рыб с невысокими показателями ГСИ.

Результаты изучения пластических признаков двухлеток, представленных в табл. 2, показали что, средняя масса тела самок составила 74,9 г, при вариациях этого признака: $\min = 27$, $\max = 227$, то есть более чем при 8-кратной амплитуде показателей, что не позволило применить метод основного статистического анализа. Гистограмма распределения выявила 3 группы особей с равномерным распределением по массе тела в каждой из них.



Распределение гонадосоматического индекса сеголеток каспийской кумжи

Таблица 2. Характеристика двухлетних самок каспийской кумжи (n = 15)

№ группы	Показатели	Min	Max	X_{cp}	M_x	σ
1	Масса тела, г	135	227	175	19,82	39,64
	Масса гонад, г	1	2	1,25	0,25	0,5
	Коэффициент упитанности, %	1,45	1,71	1,5	0,06	0,13
	ГСИ, %	0,44	1,11	0,74	0,14	0,28
2	Масса тела, г	47	71	56,67	7,31	12,66
	Масса гонад, г	0,05	1	0,68	0,32	0,55
	Коэффициент упитанности, %	1,4	1,6	1,46	0,04	0,08
	ГСИ, %	0,07	2,2	1,4	0,67	1,16
3	Масса тела, г	27	37	31,75	1,19	3,37
	Масса гонад, г	1	1	1	0	0
	Коэффициент упитанности, %	0,9	1,6	1,4	0,08	0,21
	ГСИ, %	2,8	3,9	3,3	0,13	0,36

Группа № 1 - 26,7% от всей выборки. Для них характерно распределение:

- по массе тела от 135 до 227 г, средняя - 175,0;
- по весу гонад от 1 до 2 г, средняя - 1,025 г;
- по гонадосоматическому индексу от 0,44 до 1,11% при средней 0,73.

Группа № 2 составляла 20% от всей выборки. Распределение:

- по массе тела колебалась от 47 до 71 г, в среднем по группе – 56,7;
- по весу гонад от 0,05 до 1 г, средняя - 0,67;
- по гонадосоматическому индексу от 0,07 до 2,17% при средней 1,4.

Группа № 3 - 53,3% от всей выборки. Распределение:

- по массе тела составляла min = 27, max = 37 при средней 31,7 г;
- все особи имели одинаковый вес гонад 1 г;
- по гонадосоматическому индексу от 2,78 до 3,29% при средней 3,29.

Проведенное нами условное разделение всего массива двухлетних рыб на три группы явилось отражением сложной структуры популяции каспийской кумжи, которая подразделяется на проходные, жилые и полупроходные формы.

Рыбы, входящие в наиболее крупную группу, отличаются и самыми крупными гонадами и наименьшими показателями ГСИ.

В средней группе у рыб снижается масса гонад, но почти в 2 раза повышаются показатели гонадосоматического индекса.

Мелкие рыбы характеризуются снижением гонад, но значительным увеличением ГСИ.

Возможно, что половая структура двухлеток является основой будущего распределения взрослых особей по особенностям их жизненной стратегии.

Литература

Завьялов Е.В., Шляхтин В.Г. и др. Ихтиофауна севера нижнего Поволжья: современные тенденции в динамике распространения и численности редких и исчезающих видов // Поволжский экол. журн. - 2006. - Вып. спец. – С. 57-77.

Никандров В.Я., Шиндавина Н.И., Янковская В.А. 2003. Создание маточного стада черноморской кумжи (*Salmo trutta labrax* Pall.) для воспроизводства и марикультуры // Материалы Междунар. симпозиума «Холодная аквакультура: старт в XXI век». – СПб., 8-13 сент. 2003 г. - С. 186-187.

CASPIAN BROWN TROUT (*SALMO TRUTTA CASPIUS* KESSLER) INDUSTRIAL BROOD STOCK EVALUATION BY LINEAR-WEIGHT AND REPRODUCTIVE CRITERIES

M.I. Lipatova

Federal center of fish genetics and breeding, mariavolchonok@mail.ru

At present problems of natural Caspian brown trout reproduction are very acute. At first it is due to the lack of spawners on natural spawning places. At second, most of the natural spawning places cannot be reached by fishes due to numerous hydrotechnical enterprises on main big rivers. The one and only solution of these problems is to create brood stock of *Salmo trutta caspius* in the artificial environment of industrial fisheries. So, it is necessary to explore and ascertain the dynamics of somatic and generative development of this species.

СОДЕРЖАНИЕ

СТРУКТУРАНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЛОВОВ КАК ПОДХОД К ОЦЕНКЕ РОЛИ ВИДОВ В ИХТИОЦЕНОЗЕ ПРАВДИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Е.Н. Лончук

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» (КГТУ), Калининград, Lon4yk@mail.ru

В настоящее время внутренние водоемы Калининградской области представляют большой интерес с точки зрения развития на данных водоемах промышленного и любительского рыболовства (Лончук, 2014). Ихтиоценоз любого водоема может рассматриваться как некая система, включающая в себя совместно обитающих видов рыб, для которого присущи все стандартные атрибуты – состав, структура и функция. Оценка количественных характеристик этих атрибутов является важнейшим элементом рыбохозяйственных исследований и управления. Оценка структурных показателей ихтиоценозов может быть изучена только на основе данных по видовому составу уловов, что позволяет проанализировать как весь ихтиоценоз, так и его отдельные элементы (Руйгите, 2011). Поэтому целью данной работы является структурная характеристика уловов и оценка роли видов в ихтиоценозе Правдинского водохранилища.

В основу работы положены материалы рыбохозяйственных исследований ихтиоценоза данного водохранилища, проведенных весной 2013 г. и осенью 2015 г. Исследования осуществлялись сотрудниками кафедры ихтиологии и экологии ФГБОУ ВО «КГТУ» в контрольных и научно-исследовательских целях. Для изучения ихтиофауны рассматриваемого водохранилища применялись сетные с шагом ячеи 14–80 мм.

За период с 2013 по 2015 г. было проведено 178 обловов ставными сетями. Всего было поймано 11318 экз. рыб, из которых 1374 было подвергнуто полному биологическому анализу и взято на определение возраста 696 экз.

Использовались стандартные методики сбора и обработки биологического материала. Объем материала, подвергаемого массовым промерам, определялся величиной улова в поштучном и весовом выражениях. Расчёт видового состава улова заключался в установлении доли каждого вида рыб в контрольном улове по численности и биомассе.

Величины уловов каждого вида рыбы в сети с каждым шагом ячеи приведены к единому знаменателю – единице промыслового усилия. За величину усилия принимается постанковка сети стандартной длины 25 м на сутки. Величина улова выражается в единицах численности (Y_n/f , экз/сете-сутки) или биомассы (Y_w/f , кг/сете-сутки). Обработка информации велась в компьютерной базе данных информационно-аналитической системы «Рыбвод» и Microsoft Excel 2007-2010.

В работе проведен анализ видового состава за два периода исследований.

Согласно данным видового состава контрольных обловов в 2013 г. разнотечнейными ставными сетями, большую часть улова составила плотва - 55, густера - 26, затем лещ - 8 и ерш - 7%. Доминирование плотвы и густеры в Правдинском водохранилище

отмечалось в исследованиях в период с 2008 по 2010 г. (Руйгите, 2011). Остальные виды - укляя, жерех, язь, красноперка, голавль, линь, судак, щука и сом - представлены единично и отнесены к группе «прочие» (рис. 1). Несколько иная картина наблюдалась в 2015 г. Наибольшая доля от общего вылова составила плотва - 36%, на втором месте густера - 28%, затем укляя, лещ и ерш (20, 7 и 5% соответственно) (рис. 2).

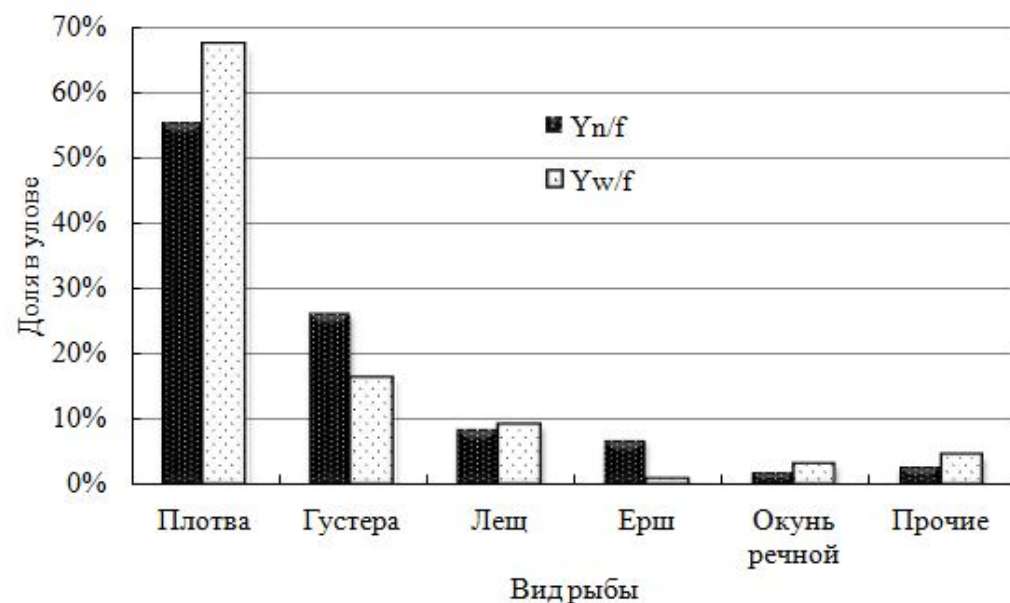


Рисунок 1. Видовой состав ихтиофауны Правдинского водохранилища по результатам контрольных уловов разнотравными ставными сетями в 2013 г.

Согласно данным по биомассе за 2013 г., доминирующим видом в Правдинском водохранилище так же, как и по численности, являлась плотва - 67%. Следующими по биомассе идут густера - 16, лещ - 9, окунь речной - 3%. В 2015 г. так же, как и по численности, преобладающим видом оказалась плотва - 49%. Густера занимает по биомассе второе место - 15%. А вот лещ, наоборот, имея незначительную численность, в уловах был представлен мелкими особями и поэтому по биомассе занял лишь третье место - 10% (см. рис. 1-2).

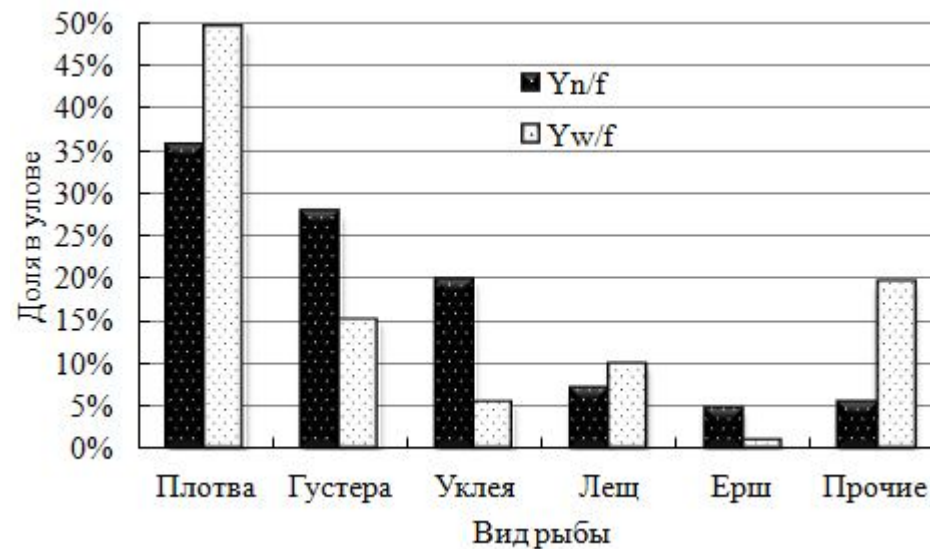


Рисунок 2. Видовой состав ихтиофауны Правдинского водохранилища по результатам контрольных уловов разноячейными ставными сетями в 2015 г.

Контрольные обловы проводились разноячейными ставными сетями с шагом ячеи от 14 до 80 мм, в связи с этим целесообразно рассмотреть видовую структуру ставных сетей поячейно.

Осенью 2013 г. в уловах мелкоячейных ставных сетей доминирующее положение занимает плотва с максимальной долей 50%. Доля густеры в уловах уменьшается с увеличением шага ячеи. Следует отметить, что доля плотвы в уловах в основном стабильна (рис. 3). Достаточно высокие значения доли в улове наблюдаются у леща - максимум составляет 100% в крупноячейных сетях. С минимальной долей в улове отмечены ерш, окунь речной и прочие виды. Максимальные значения в ставных сетях с шагом ячеи 30 и 35 мм принадлежат плотве - 35%.

Таким образом, величина доли в улове уменьшается с увеличением шага ячеи, что свидетельствует о преобладании мелкоразмерных особей.

В 2013 г. наибольшая доля биомассы в уловах ставными сетями с шагом ячеи 55-80 мм отмечена у леща - 100%. Достаточно высокие показатели биомассы зафиксированы у плотвы, в мелкоячейных ставных сетях они достигают 68%. Существенные значения доли биомассы зарегистрированы в ставных сетях с шагом ячеи 30-50 мм у плотвы, густеры и леща (см. рис. 3). Доля в улове плотвы и густеры в весовом выражении увеличивается в частичковых ставных сетях с шагом ячеи 14-27 мм, а уменьшается в ставных сетях с шагом ячеи более 55 мм.

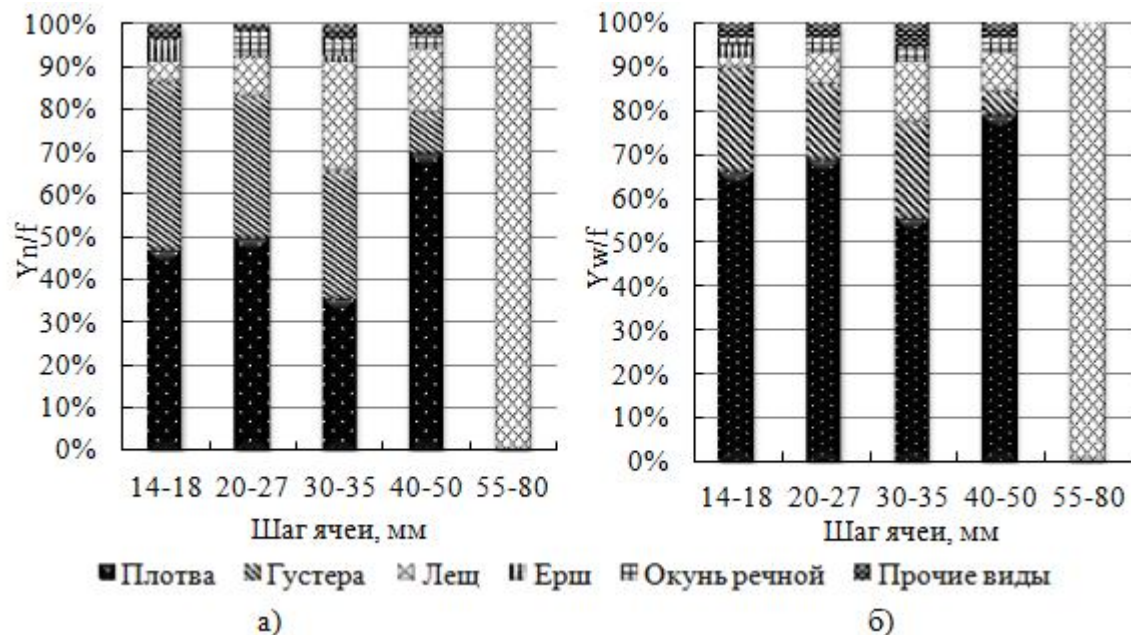


Рисунок 3. Структура ихтиоценоза Правдинского водохранилища в 2013 г.:

а) в единицах численности промыслового усилия Y_n/f , б) в единицах биомассы промыслового усилия Y_w/f

Весной 2015 г. в уловах мелкочейных ставных сетей доминирующее положение занимает плотва с максимальной долей 50%. Доля густеры уменьшается с увеличением шага ячеи. Следует отметить, что доля плотвы в уловах достаточно стабильна (рис. 4). Довольно высока доля в улове у леща - 77% в крупноячейных сетях. С минимальной долей в улове отмечены ерш, укля и прочие виды. Максимальные значения доли в улове в ставных сетях с шагом ячеи 30 и 35 мм наблюдаются у плотвы - 66%.

Можно сделать вывод, что величина доли в улове уменьшается с увеличением шага ячеи, что свидетельствует о преобладании мелкоразмерных особей, а у леща наоборот (см. рис. 4).

В уловах наибольшая доля биомассы отмечена в ставных сетях с шагом ячеи 30- 35 мм у плотвы - 68%. Достаточно высокие показатели биомассы у плотвы в крупноячейных ставных сетях - они достигают 38%. Существенна доля биомассы в ставных сетях с шагом ячеи 40-50 мм у плотвы, леща и густеры (см. рис. 4).

Таким образом, проведенный анализ уловов в Правдинском водохранилище позволяет сделать вывод, что данные по структуре ихтиоценоза не различаются между двумя сезонами. Это свидетельствует и об отсутствии образования значительных нерестовых скоплений в весенний период и достаточно равномерном структурном сезонном распределении рыб.

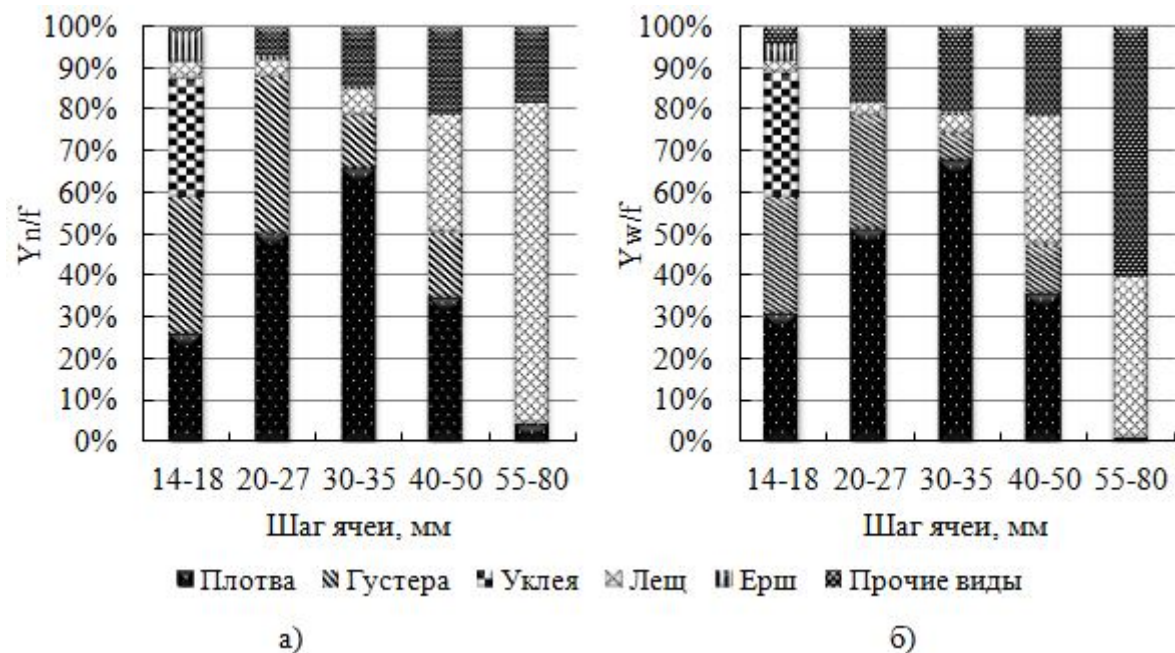


Рисунок 4. Структура ихтиоценоза Правдинского водохранилища в 2015 г., в единицах численности промыслового усилия Y_n/f (а) и единицах биомассы промыслового усилия Y_w/f (б)

Анализ контрольных обловов показал, что доминирующими видами в 2013 г. при лове разноячейными ставными сетями являются плотва, густера, лещ: их общая доля в уловах составляет 89% от общего количества, а в 2015 г. – плотва, густера и укляя - 84%.

Размерная структура преобладающих видов в 2013 г. представлена на рис. 5. Следует отметить, что размерная структура многочисленных видов данного водоема носит скачкообразный характер. В Правдинском водохранилище встречаются особи плотвы размерного ряда 6-33 см, доминирующими являются группы 6–8 см (76% от общей численности). Таким образом, можно сделать вывод о превалировании мелкоразмерной плотвы в рассматриваемом водохранилище.

В контрольных уловах встречается густера длиной от 7 до 24 см. Преобладают мелкие размерные группы густеры (7–8 см) с максимальной долей в улове 35%.

Анализ размерной структуры леща данного водохранилища показал, что в водоеме встречаются особи размерного ряда от 4 до 33 см. Наибольшую долю в улове -36% - составлял лещ длиной 4-6 см. Таким образом, полученные результаты позволяют говорить о преобладании мелкоразмерных особей леща в водохранилище (см. рис. 5).

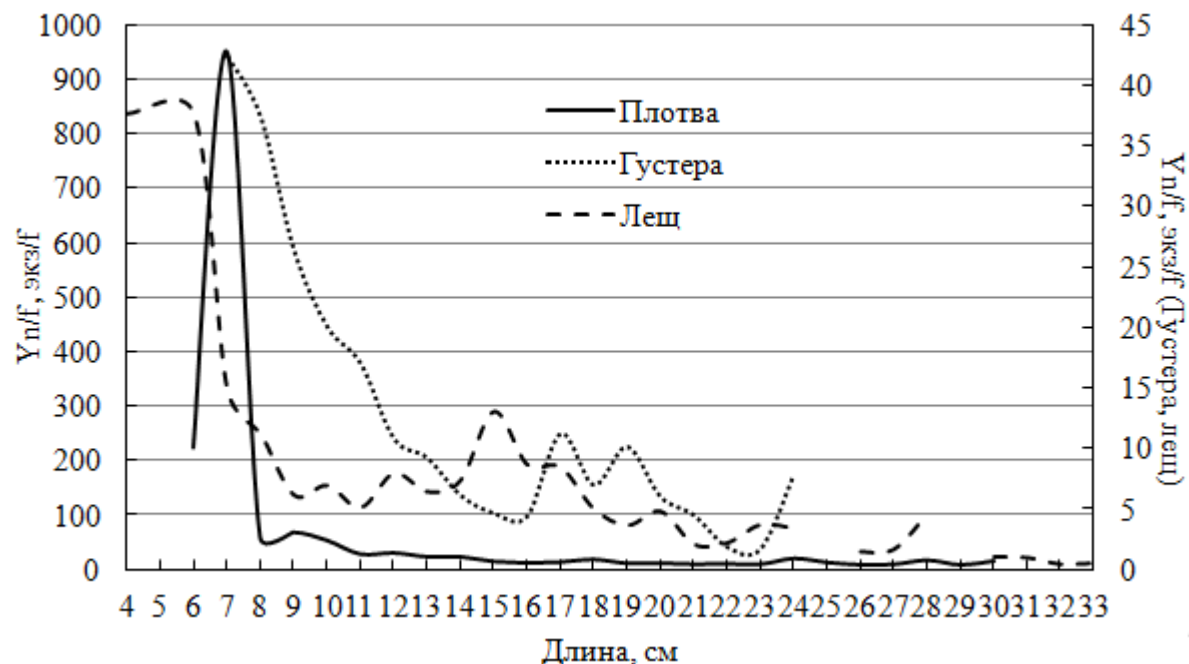


Рисунок 5. Размерная структура доминирующих видов в контрольных уловах 2013 г. ставными сетями различной ячейности $Y_{п/ф}$, экз/ф

Для сравнения был проведен анализ размерной структуры аналогичных доминирующих видов в 2015 г. (рис. 6). Минимальная длина плотвы, пойманной в результате контрольного улова, равна 4, максимальная - 31 см. Наибольшую долю в улове, а именно 29% составляет плотва размерных групп 8-10 см. Кривая размерной структуры близка к классической.

В контрольных уловах 2015 г. особи густеры встречаются длиной от 6 до 28 см. Основу улова составляют особи длиной 6 см.

Анализ размерной структуры леща Правдинского водохранилища, по данным уловов на усилие ($Y_{п/ф}$, экз/ф), показал, что в водоеме встречаются особи длиной от 4 до 37 см с доминированием мелкоразмерных особей длиной 5–6 см - в среднем не менее 38% от общей численности леща в улове (см. рис. 6).

Таким образом, основные виды, составляющие ихтиоценоз Правдинского водохранилища, представлены мелкоразмерными особями, а наибольшие уловы на усилие приходятся на мелкочейные ставные сети, и отсутствуют межгодовые различия.

Для характеристики ихтиоценоза рассматриваемого водохранилища был проведен анализ биологических параметров прочих видов (см. таблицу).

Биологические параметры прочих видов рыб в контрольных уловах Правдинского водохранилища в 2013 г.

Вид	Длина L, см	Масса W, г	Возраст t, годы	n
Уклея	$\frac{11,0}{13,6 - 8,0}$	$\frac{17,5}{33,0 - 7,0}$	$\frac{3,4}{5 - 2}$	96
Красноперка	$\frac{11,0}{20,6 - 6,0}$	$\frac{42,4}{252,0 - 4,0}$	-	63
Ерш	$\frac{10,0}{15,6 - 4,5}$	$\frac{21,7}{51,0 - 3,0}$	$\frac{3,5}{6 - 1}$	45
Окунь речной	$\frac{16,5}{26,9 - 10,6}$	$\frac{121,2}{441,0 - 26,0}$	$\frac{3,2}{7 - 2}$	18
Судак	$\frac{24,6}{32,2 - 19,2}$	$\frac{200,3}{452,0 - 86,0}$	-	9
Жерех	$\frac{23,7}{34,0 - 6,4}$	$\frac{246,7}{544,0 - 3,0}$	-	7
Сом	$\frac{42,3}{43,1 - 41,5}$	$\frac{650,5}{651,0 - 650,0}$	-	2
Щука	$\frac{29,5}{31,1 - 27,8}$	$\frac{233,0}{269,0 - 197,0}$	$\frac{3,5}{4 - 3}$	2
Голавль	$\frac{23,0}{23,0 - 23,0}$	$\frac{235,0}{235,0 - 235,0}$	-	1
Язь	$\frac{23,8}{23,8 - 23,8}$	$\frac{256,0}{256,0 - 256,0}$	-	1

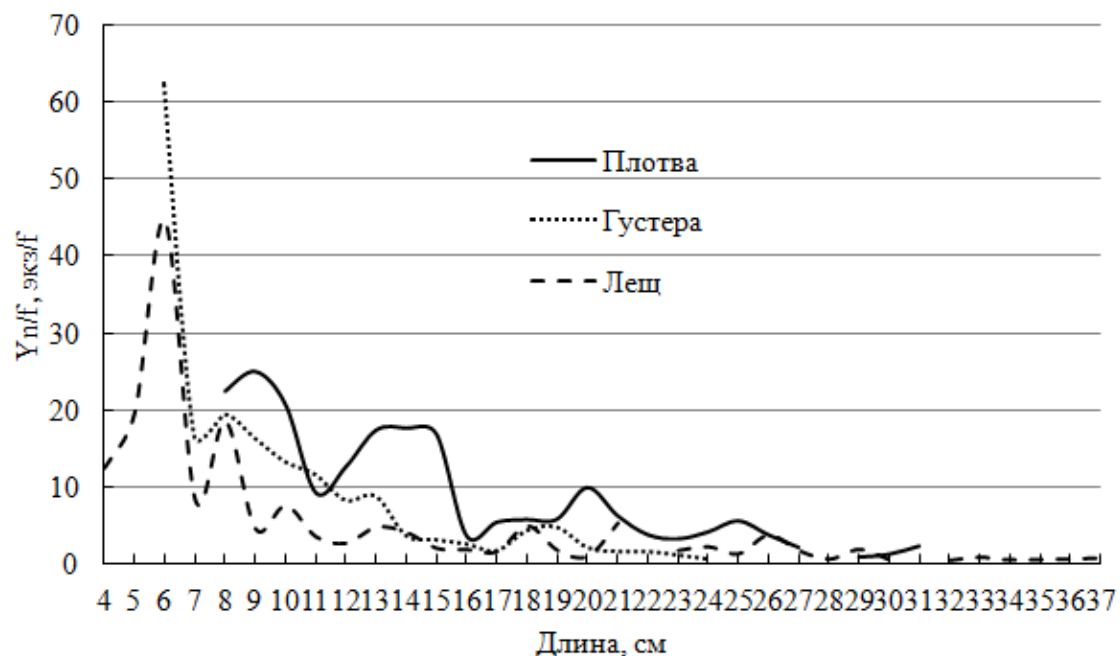


Рисунок 6. Размерная структура доминирующих видов в контрольных уловах 2015 г. ставными сетями различной ячейности Y_n/f , экз/ф

Литература

Лончук Е.Н. Биологическая характеристика основных видов Правдинского водохранилища // Проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса на современном этапе. Тез. докл. I междунар. конф. молодых ученых (г. Мурманск, 22-24 окт. 2014 г.). - Мурманск: ПИНРО, 2014. - С. 94-96.

Руйгите Ю.К. К вопросу о роли густеры (*Blicca bjoerkna* L.) в Правдинском водохранилище Калининградской области // Современное состояние внутренних водоемов. I Всерос. конф. с международным участием (Борок, 12-16 сент.). В 2 ч. - М.: Акварос, 2011. - Т. 2. - С. 674-678.

THE STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF CATCHES AS AN APPROACH TO ASSESSING THE ROLE SPECIES OF ICHTHYOCENOSIS OF THE PRAVDINSKOE RESERVOIR

E.N. Lonchuk

FGBOU VO "Kaliningrad State Technical University" (KSTU), Kaliningrad, Lon4yk@mail.ru

The structural parameters of ichthyocenosis of the Pravdinskoe reservoir are analyzed. The dominating species are roach, white bream and bream in 2013 and in 2015 – roach, white bream and lookup. The size structure is presented small size fishes and maximum catches is observed in small mesh nets.

РАЗВИТИЕ СИГОВОДСТВА В НЕНЕЦКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ

Е.А. Лукьяненко

Нарьян-Мар, starinajohn@mail.ru

В работе представлено современное состояние естественного воспроизводства сиговых рыб Ненецкого автономного округа. Из-за загрязнения водной среды, нерестилищ и зимовальных ям в условиях продолжающегося расширения работ по добыче и транспортировке нефти и газа становится невозможным восстановление запасов сиговых рыб до исходного уровня естественным путём. Выходом из создавшегося положения может быть их искусственное воспроизводство.

Целью развития сиговодства в Ненецком автономном округе является получение высококачественной рыбной продукции, добываемой без превышения норм изъятия сиговых рыб из водоемов. При этом их численность будет постоянно восстанавливаться и пополняться в результате проведения рыбоводных работ.

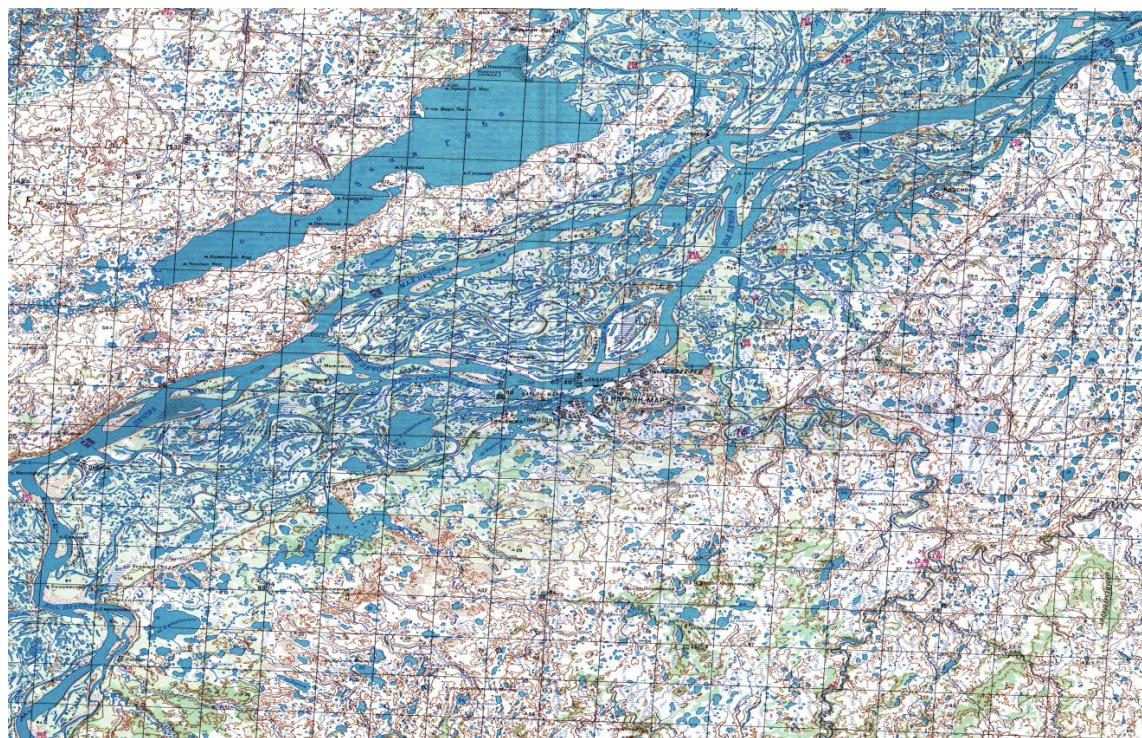
Введение

На территории Ненецкого автономного округа одним из основных занятий местного населения является рыболовство, и рыба остается одним из традиционных продуктов питания жителей округа. Основную долю ихтиопродукции в пресноводных водоемах данного региона составляют рыбы семейства сиговых. В бассейне р. Печоры встречаются такие виды сиговых, как пелядь, чир, омуль, сиг, нельма и ряпушка. Рыбохозяйственный фонд внутренних водоемов округа составляет более 4000 км водотоков, 161 озеро общей площадью водного зеркала 100200 га (см. рисунок).

Масштабное развитие нефтегазовой промышленности в Ненецком автономном округе приводит к нефтяному загрязнению практически на всем протяжении р. Печоры и ее притоков. Нефтепродукты поступают в воды Печоры в результате многочисленных утечек при авариях и в процессе эксплуатации различного оборудования, судоходства, промышленного производства. Сиговые рыбы в связи с этим пострадали особенно сильно, поскольку и нерестятся и нагуливаются в нижнем течении Печоры, которое в наибольшей степени затронуто антропогенной деятельностью (Новоселов и др., 2012). Как следствие – многократное падение их численности. Из промысла практически исчезли чир и омуль.

В связи с антропогенным воздействием уровень естественного воспроизводства сиговых уже не обеспечивает их былую численность в водоемах Ненецкого автономного округа. В настоящее время усиление хозяйственной деятельности в округе не сопровождается соответствующим появлением рыбоводных мощностей, позволяющих компенсировать наносимый ущерб водным биоресурсам и среде их обитания. Такая ситуация приводит к постоянному росту некомпенсированного ущерба и угрожает устойчивости водной фауны

рассматриваемого региона. Становится ясно, что в современных условиях сохранить популяцию сиговых рыб в естественных водоемах можно лишь в том случае, если эксплуатировать стада, опираясь на строго научную основу (Решетников, 1988).



Часть пресноводных внутренних водоемов округа вблизи г. Нарьян-Мар

Основная часть

В настоящее время назрела необходимость сочетать естественное воспроизводство сиговых рыб с искусственным, что может реально способствовать восстановлению их запасов и стабилизации на оптимальном уровне. В связи с этим уже неоднократно поднимался вопрос о проектировании и строительстве в Печорском бассейне сигового рыбоводного завода на Печорском притоке – р. Суле. Строительство рыбоводного цеха необходимо осуществлять в непосредственной близости к местам естественного нереста разводимых видов. При проектировании рыбоводного предприятия в Ненецком автономном округе следует также учитывать его привязку к населенному пункту, имеющему подъездные пути, электроэнергию, материально-технические и людские ресурсы. Технологическая схема рыбоводного завода по воспроизводству сиговых рыб должна предполагать в качестве источников получения икры использование производителей как естественных популяций, так и собственного маточного стада. На первом этапе берутся

производители только из естественных популяций. Их число, а следовательно, и количество заготовленной икры будут определяться как возможностями самих популяций, так и многими факторами, влияющими на условия отлова зрелых самок и самцов, их передержки и отбора икры на временных рыбоводных пунктах. На втором этапе по мере формирования заводского маточного стада доля икры, полученной в заводских условиях, будет увеличиваться (Новоселов, 2010; Новоселов и др., 2012).

Ненецкий автономный округ является единственным субъектом Северо-Западного федерального округа, в котором полностью отсутствует рыбоводство. До 2004 г. в селе Коткино функционировал единственный рыбоводный цех на территории региона, на котором велись работы по инкубации икры пеляди и выпуску личинок в озера. Благодаря результативной работе цеха запасы пеляди в тундровых озерах регулярно увеличивались. Однако работа цеха была прекращена.

Развитие сиговодства во внутренних водоемах округа может осуществляться по двум направлениям:

- товарное рыбоводство озерных сиговых рыб;
- воспроизводство речных сиговых рыб с целью восстановления их численности.

Оба направления опираются на общую базовую основу в виде сбора икры на временных рыбоводных пунктах и инкубацию икры сиговых в заводских условиях.

Производители сиговых рыб отлавливаются в маточных озерах, где на временных рыбоводных пунктах осуществляются отбор и оплодотворение икры. Отлов производителей возможен как на нерестилищах, так и на путях нерестовых миграций. В первом случае икра для рыбоводных целей отбирается у текущих производителей на временном рыбоводном пункте. Во втором рыба отсаживается в делевые садки, где она выдерживается до созревания половых продуктов. В условиях низовьев р. Печоры, где вблизи русла расположено много протоков и стариц, для выдерживания производителей с успехом можно использовать эти водные объекты.

При заготовке икры большое значение имеет качество производителей и их половых продуктов – икры и молок. Наиболее качественные половые продукты - у нерестившихся ранее самок и самцов. У таких производителей более высокий коэффициент зрелости, более крупные размеры икринок, более высокий процент оплодотворения и выживания эмбрионов, чем у впервые созревающих.

Важным условием достижения высоких результатов при инкубации икры является проведение всех операций по отбору и осеменению икры при тех же значениях температуры воды и воздуха, которые наблюдаются в этот период в водоёме, где содержатся производители. Вода должна быть чистой, без запаха, привкуса и окраски, по всем параметрам соответствующая рыбоводным критериям.

Оплодотворенная икра перевозится в рыбоводный цех, в котором инкубируется. Транспортировка является одним из ответственных этапов в работе с икрой. Главное условие хорошей сохранности икры при перевозке – это обеспечение нормального процесса дыхания эмбрионов за счёт поддержания оптимальной температуры внутри транспортировочного контейнера, а также предохранение икры от механических воздействий.

Для получения жизнестойкой молоди необходимо выдерживание вылупившихся личинок сиговых в заводских условиях с регулируемым режимом воды и кормление личинок живыми и искусственными кормами после рассасывания желточного мешка.

При воспроизводстве озерных сиговых рыб выклюнувшиеся личинки после подращивания их до жизнестойких стадий – сеголетков и годовиков - перевозятся в подобранные и подготовленные нагульные озера, где вырастают на естественных самовозобновляемых кормах до товарного размера. Главное при этом, чтобы места производства жизнестойкого посадочного материала были приближены непосредственно к нагульным водоемам и за счет этого сократились бы затраты на транспортные расходы (Мухачев, 2003, 2013).

Организация озерного товарного рыбоводства в Ненецком автономном округе - важное мероприятие по охране окружающей среды, позволяющее провести рекультивацию заморных и мелеющих озер и тем самым улучшить экологическое состояние их и окружающей местности.

При воспроизводстве сиговых с целью восстановления их численности выпуск молоди должен осуществляться в так называемые сиговые курьи – обычно проточные или хотя бы слабопроточные - в течение всего года, имеющие галечниковое, иногда слабозаиленное дно, высокое содержание кислорода во всей толще воды и слаборазвитую водную растительность. Данные водные объекты при меженном уровне с рекой частично разобщаются, течение в них ослабевает, дно немного заиливается, что способствует интенсивному развитию водных беспозвоночных, которыми питаются рыбы.

Перед выпуском молоди рыб на водных объектах необходимо проведение мелиоративных работ, в том числе отлов хищников, выкос жесткой растительности, расчистка от естественных захламлений и т.д.

Заключение

Как показывает мировая практика, аквакультура – весьма перспективное направление развития рыбной отрасли не только в экономическом, но и в экологическом и социальном отношениях.

Целью развития сиговодства в Ненецком автономном округе является обеспечение населения высококачественной рыбной продукцией, получаемой без превышения норм изъятия сиговых рыб из водоемов и восстанавливаемой в результате проведения рыбоводных работ. В условиях продолжающегося развития хозяйственной деятельности в регионе единственным средством восстановления запасов сиговых рыб до уровня середины прошлого века является их искусственное воспроизводство.

Появление рыбоводных хозяйств в округе будет способствовать повышению запасов ценных промысловых рыб, что позволит производить в регионе качественный жизнестойкий посадочный материал сиговых и увеличить потенциал сиговодства как часть общегосударственной программы развития рыбной отрасли России (Тылик, 2014).

Литература

Мухачев И.С. Биотехника ускоренного выращивания товарной пеляди. - Тюмень: ФГУ ИПП «Тюмень», 2003. – 176 с.

Мухачев И.С. Озерное товарное рыбоводство. Учебник. – СПб.: Лань, 2013. – 400 с.

Новоселов А.П. Состояние и перспективы развития сиговодства на Европейском Севере России // Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб. — СПб., 2010. — С. 147—149.

Новоселов А.П., Студенов И.И., Безумова А.Л., Булатова И.В., Боровской А.В., Лукин А.А. Состояние сиговых рыб Печорского бассейна в условиях многофакторной антропогенной нагрузки // Арктика: экология и экономика. – 2012. - № 4 (8). - С. 26–36.

Решетников Ю.С. Современный статус сиговых рыб и перспективы использования их запасов // Биология сиговых рыб. - М.: Наука, 1988. - С. 5-17.

Тылик К.В. Водные биоресурсы и аквакультура. Введение в профессию: учебное пособие. - М.: МОРКНИГА, 2014. - 143 с.

DEVELOPMENT WHITE FISH FARMING IN NENETS AUTONOMOUS AREA

E.A. Lukyanenko

Naryan-Mar, starinajohn@mail.ru

This is the current situation of natural reproduction of white fish in Nenets Autonomous Area. It becomes impossible to restore the stock of white fish up to the initial level because of the pollution of water environment, spawnings and wintering pits in conditions of proceeding development of oil and gas extraction and transportation. The way out of such situation might be the artificial reproduction. The aim of the development of white fish farming in Nenets Autonomous Area is the receiving of high-quality fish production which is got (obtained) without exceeding limits of white fish catching. At the same time the population of white fish will be constantly restored and increased as a result of fish farming business.

СОДЕРЖАНИЕ

ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ НЕЛЬМЫ *STENODUS LEUCICHTHYS NELMA* В РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМАХ

А.А. Лютиков

ФГБНУ «ГосНИОРХ», Санкт-Петербург, tokmo@mail.ru

Приведены результаты инкубации икры кубенской нельмы в различных температурных режимах с 2010 по 2014 г. Показано, что количество градусо-дней, полученное икрой за время инкубации, не коррелирует со скоростью эмбриогенеза, что дает основание полагать, что на развитие зародышей влияет не сумма накопленного тепла, выраженная в градусо-днях, а температурный режим на отдельных этапах развития.

Влияние температуры на развивающийся организм общеизвестно – повышение температуры (в определенных пределах) ускоряет темп эмбриогенеза рыб, понижение, напротив, замедляет этот процесс. Сиговые в этом отношении не являются исключением, скорость их эмбрионального развития также сопряжена с температурой окружающей среды (Борисов, Крыжановский, 1955; Вернидуб, 1956; Яндовская, Тихонова, 1961; Черняев, 1968; Городилов, 1969; Brooke, 1975; Буланов, 1976; Мешков, Лебедева, 1977; Игнатьева, 1979; Решетников и др., 1989; Костюничев, 1997; Богданов, 2006).

Развитие икры сиговых рыб может проходить в достаточно широком диапазоне температур (Лебедева, 1971, 1983), однако зона температурного оптимума существенно уже. Так, Дж. В. Прайсом (Price, 1940) при инкубации икры сельдевидного сига *Coregonus clupeaformis* в температурных условиях от 0 до 12°C было показано, что успешное развитие этого вида происходит от 0,5 до 6 °C. Оптимальные температурные условия развития икры сельдевидного сига были определены Л.Т. Бруком (Brooke, 1975) и соответствуют диапазону температур 3,2-8,1 °C. Оптимальные температуры развития икры пеляди *Coregonus peled* лежат в диапазоне 2-5 °C, верхний порог развития составляют 7-8 °C (Лебедева, 1974, 1985).

Под оптимумом понимают количественное выражение фактора (например, градусо-дни), соответствующее потребностям организма и обеспечивающее наиболее благоприятные условия для его жизнедеятельности (Шилов, 2000; Вербицкий, 2008). Температурный оптимум для рыб видоспецифичен и определен экологическими особенностями обитания вида в естественной среде. Установление температурного оптимума для развивающегося организма может служить обоснованием к его успешному воспроизводству в искусственных условиях.

Как правило, в литературе приводятся сведения по изучению эмбрионального развития рыб при статичных температурах, в то время как в природе температурный режим достаточно динамичен. В настоящее время накоплен богатый экспериментальный материал, свидетельствующий о том, что наилучшим образом жизнедеятельность организмов протекает при некотором изменении

параметров среды в пределах толерантного диапазона, а не при поддержании постоянных условий с заданными оптимальными значениями (Константинов, 1997; Вербицкий, 2008; Лукиянов, 2010).

Работы, направленные на изучение влияния астатичности температурного фактора, проводились, главным образом, на молоди рыб (Константинов, Шолохов, 1993), в то время как исследованию эмбрионального развития было уделено заметно меньше внимания. В связи с этим изучение динамики температурного режима инкубации икры при искусственном воспроизводстве рыб весьма актуально.

Исследование эмбрионального развития кубенской нельмы в различных температурных режимах проводили с 2010 по 2014 г. При анализе полученных результатов также были использованы данные Д.П. Буланова (1976). Средние температуры воды в период исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1. Средние температуры воды (°С) в период эмбрионального развития кубенской нельмы на ООО "Форват" (собственные данные) и ЦЭС "Ропша" (Буланов, 1976)

Период и место инкубации	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	t _{ср}
2010-2011	-	3,9	0,4	0,4	0,3	0,4	1,7	6,1	1,2
2011-2012	-	4,8	2,0	0,5	0,2	0,2	1,1	5,2	1,4
2012-2013	-	3,9	0,5	0,2	0,2	0,2	0,9	5,0	1,1
2013-2014	-	5,0	0,7	0,4	0,1	0,8	2,9	-	1,4
1972-1973, ЦЭС«Ропша»	5,0	2,8	2,7	1,7	1,0	1,5	4,4	-	2,7

Результаты исследований показали, что эмбрионы, получавшие схожее количество тепла, выраженного в градусо-днях, находились на различных этапах эмбрионального развития. Возраст эмбрионов в эти периоды также мог существенно отличаться (табл. 2). Однако на более ранних этапах эмбриогенеза (до окончания гастрюляции) развитие в различных температурных режимах проходило достаточно синхронно – замыкание «желточной пробки» наблюдалось на 11-13-е сут. при 59-74 градусо-днях (см. табл. 2).

С дальнейшим развитием икры температура все больше влияла на скорость эмбриогенеза. Так, в опыте 2012 г., когда был отмечен наиболее холодный температурный режим, отставание на различных этапах эмбрионального развития в сравнении с 2011 и 2013 гг. доходило до 15-19 сут. (формирование жаберных лепестков), а количество полученного тепла было меньше на 21-51 градусо-день (см. табл. 2). Темп развития эмбрионов нельмы в 2010 г. был схож с таковым в 2012 г. вплоть до начала тока крови по жаберным дугам, однако относительно высокие температуры воды на последующих этапах эмбриогенеза (см. табл. 1) определили более быстрое развитие зародышей в период 2010-2011 гг. Несмотря на это, ток крови по жаберным лепесткам во все годы наблюдений был отмечен в схожем возрасте, но сумма полученного тепла при этом существенно варьировала – от 148 до 215 градусо-дней.

Таблица 2. Эмбриональное развитие кубенской нельмы на рыбоводном хозяйстве ООО «Форват» (2010-2014 гг.) и Центральной экспериментальной станции «Ропша» (1972-1973 гг.) (по: Буланов, 1976)

Стадии развития	2010-2011 гг. начало 5.11, t = 5,4 °C		2011-2012 гг. 9.11, t = 7,0 °C		2012-2013 гг. 3.11, t = 5,4 °C		2013-2014 гг. 7.11, t = 6,7 °C		Буланов, 1976	
	Возраст, ч, сут.	Градусо- часы, -дни	Возраст, ч, сут.	Градусо- часы, -дни	Возраст, ч, сут.	Градусо- часы, -дни	Возраст, ч, сут.	Градусо- часы, -дни	Возраст, ч, сут.	Градусо- часы, -дни
Завершение «набухания»	2 ч	0,5	1,7 ч	0,5	2 ч	0,5	1,7 ч	0,5	2 ч	0,5
2 бластомера	12 ч	2,7	10 ч	2,9	12 ч	2,7	11 ч	3,3	14 ч	2,9
4 бластомера	18 ч	4,1	13 ч	3,8	18 ч	4,1	17 ч	4,7	18 ч	4,1
16 бластомеров	28 ч	6,3	21 ч	7,0	28 ч	6,3	25 ч	7,0	27 ч	6,2
Мелкоклеточная бластула	4,5	24	4	28	4,5	23	4	27	4-4,5	22-26
Гастрюляции	5	26	4,8	33	5	26	4,5	33	5,5	35
Замыкание «желточной пробки»	12	59	12	74	13	59	11	73	12	73,3
Пульсация сердечной трубки	28	96	23	110	25	99	20	110	25	114
Пигментация глаз	33	99	28	124	31	115	26	125	30	134
Ток крови по замкнутой системе	52	106	40	156	49	125	44	139	41	174
Кардинальное кровообращение	92	121	58	174	87	132	71	156	61	197
Ток крови по жаберным дугам	117	129	99	187	118	138	103	160	84	212
Формирование жаберных лепестков	132	134	116	191	135	142	120	163	124	243
Появление псевдобранхий	-	-	140	196	-	-	-	-	151	294
Ток крови в жаберных лепестках	162	148	157	201	164	149	160	215	162	318
Вылупление	179	209	178	254	182	185	165	241	178	368
Время вылупления и температура	3 мая, t = 6,0°C		5 мая, t = 5,8°C		4 мая, t = 5,0°C		20 апреля, t = 4,7°C		Нет данных, t = 5,0°C	

Сравнение эмбрионального развития кубенской нельмы на ООО «Форват» и ЦЭС «Ропша» (Буланов, 1976) также указывают на отмеченные ранее закономерности – высокие инкубационные температуры на ЦЭС «Ропша» ускоряют развитие икры начиная со стадии замыкания «желточной пробки» (см. табл. 2). Темп эмбриогенеза в наблюдениях Д.П. Буланова сопоставим с таковым в нашем опыте 2012 г. вплоть до начала пигментации глаз, что объяснимо схожим температурным режимом в этот период развития. Дальнейший температурный режим на ООО «Форват» был существенно холоднее, что сказалось на появлении различий в темпе эмбриогенеза. Начиная со стадии циркулярного кровообращения до начала тока крови по жаберным дугам на ЦЭС «Ропша» потребовалось 43 сут., в то время как в наших наблюдениях в среднем 63 сут. Однако до следующего этапа (формирование жаберных лепестков) в более теплых условиях прошло 40 сут., в то время как в наших наблюдениях в различные годы от 15 до 17 сут.

Подобные особенности развития нам сложно объяснить, однако в литературе есть сведения, что повышение температуры воды во время эмбриогенеза осеннерестующих рыб, помимо общего ускорения органогенеза, на определенных этапах способно тормозить этот процесс (Черняев, 1968; Городилов, 1969). Было показано, что высокие температуры на ранних этапах эмбрионального развития байкальского омуля *Coregonus autumnalis migratorius*, на более поздних этапах приводят к замедлению развития (Смирнов, 1987). При этом чем выше температура во время прохождения начальных этапов, тем раньше и четче проявляется замедление последующих. Возможно, с этим связано длительное прохождение этапа от кругового кровообращения до кровоснабжения жаберных дуг в наблюдениях Д.П. Буланова (1976), тем более что температурный режим инкубации икры в первые месяцы был достаточно теплым (см. табл. 1).

Помимо отмеченных выше особенностей, отражающихся на эмбриогенезе сиговых рыб, существует ряд других факторов, способных влиять на этот процесс как напрямую, так и косвенно. К первым относятся факторы среды – кроме температуры это освещенность, pH, гидрохимические показатели; ко вторым – генетические особенности рыб, участвующих в нересте, их физиологическое состояние, качество корма в период нагула, качество воды в период инкубации и др.

В совокупности перечисленные факторы имеют возможность определять достаточную вариабельность эмбриогенеза в пределах одного вида. Тем не менее заключительный этап эмбрионального развития (ток крови в жаберных лепестках) на ЦЭС «Ропша» был отмечен в схожие сроки, что и на ООО «Форват», – 162 сут., но количество тепла, полученное зародышем к этому времени, равнялось 318 градусо-дней, что в среднем на 44% больше, чем на ООО «Форват».

Следовательно, количество градусо-дней, полученное икрой за время инкубации, не коррелирует со скоростью эмбриогенеза, что дает основание полагать, что на развитие зародышей влияет не сумма накопленного тепла, выражаемая в градусо-днях, а температурный режим на отдельных этапах развития.

В литературе есть немало подтверждений этому факту. На основе экспериментальных работ А.И. Любичкой (1934) и П.Г. Светловым (1934) было установлено, что отношение развивающегося организма к температуре может быть различно на разных стадиях. Снижение скорости эмбриогенеза тресковых рыб (*Gadidae*) в связи с падением температуры приурочено к поздним этапам роста зародыша, в то время как длительность начальных стадий развития изменяется незначительно (Буслов, Сергеева, 2013). Авторы исследования предположили, что подобные особенности развития можно считать адаптацией к вылуплению в наиболее благоприятных условиях.

На неодинаковое отношение развивающегося зародыша к факторам окружающей среды также могут указывать различные регуляторные механизмы этого процесса. Известно, что с развитием эмбриона более примитивные донервные пути регуляции дополняются сначала механизмами нервной регуляции, а к концу эмбрионально-личиночного периода завершается становление нейроэндокринного комплекса (Barton, 2002; Нечаев и др., 2006; Черняев, 2007). Следовательно, в процессе эмбрионального развития наблюдаются постепенное подключение к процессам регуляции новых механизмов и изменение роли уже существующих (Лукиянов, 2010).

Таким образом, несмотря на различные инкубационные температуры и количество полученного тепла в процессе развития, эмбрионы рыб одного вида, развивающиеся в различных условиях, к определенному этапу эмбриогенеза могут подходить одинаково развитыми. Как было отмечено ранее, последний этап развития зародыша в икринке (ток крови по жаберным дугам) в разные годы инкубации мы наблюдали в возрасте 157-164 сут. при 149-215 градусо-дней (см. табл. 2).

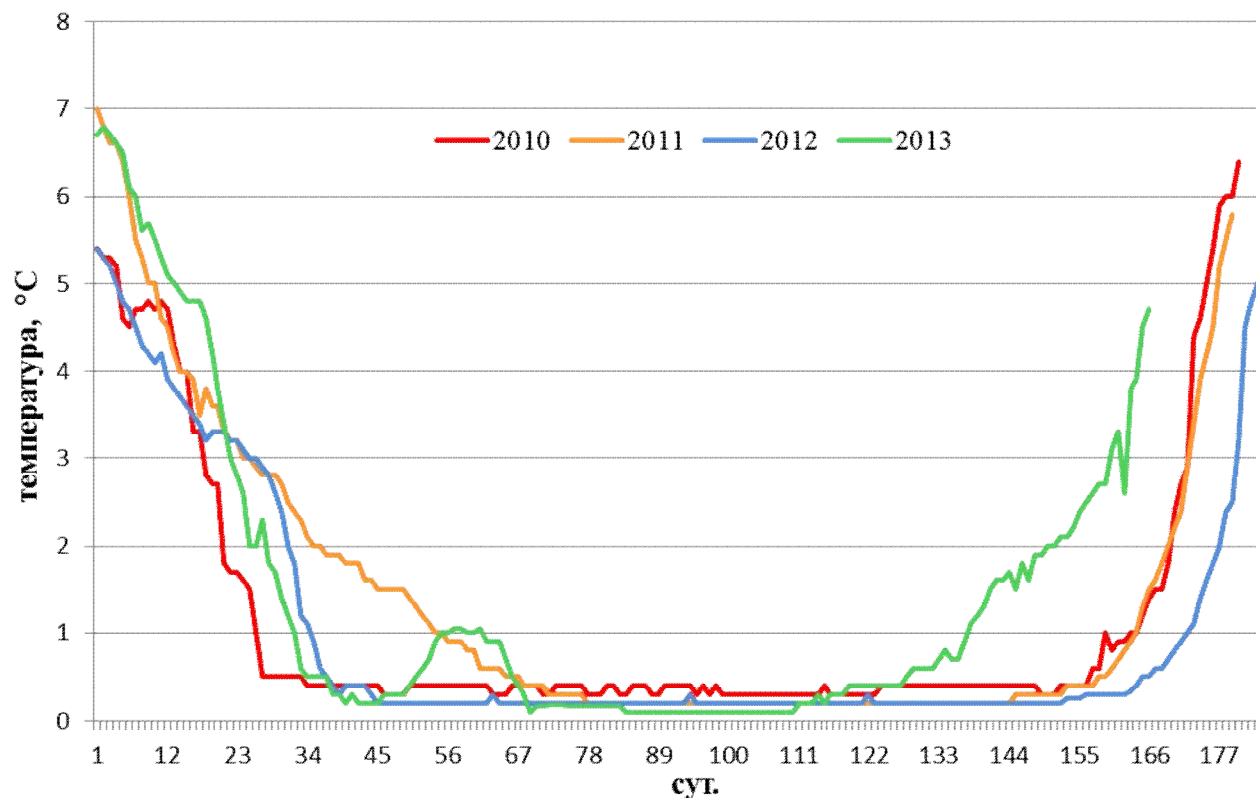
При сравнении наших данных с результатами наблюдений Д.П. Буланова (1976) видно, что этот этап развития эмбрионов кубенской нельмы в условиях ЦЭС «Ропша» проходил в том же возрасте (162 сут.), однако количество полученного тепла икринками было существенно выше – 368 градусо-дней.

Вероятно, подобные особенности развития эмбрионов нельмы, как в случае с тресковыми (Буслов, Сергеева, 2013), есть адаптационные приспособления, которые позволяют организму подойти к этапу вылупления наиболее сформированным, но в то же время с достаточным эндогенным запасом питательных веществ для дальнейшего развития вне оболочки.

Вылупление предличинок нельмы в 2011-2014 гг. проходило в первых числах мая в схожем возрасте (178-182 сут.) при прогреве воды до 5,0-6,0 °С. Масса свежевылупившихся предличинок в разные годы была в диапазоне 11,1-11,9 мг. Выживаемость также находилась в достаточно близких значениях и составляла от 64 до 68%.

По срокам вылупления исключением явился 2014 год, в котором выход эмбрионов из икринок произошел 20 апреля при температуре 4,7 °С. Продолжительность инкубации составила 165 сут., а масса предличинки была несколько выше, чем в предыдущие годы, и составила 12,4 мг. Несмотря на значительные эндогенные запасы, предлагаемый корм в кишечнике личинок был отмечен в первые дни кормления, что указывает на физиологическую полноценность нельмы и готовность к существованию вне оболочки. Раннее вылупление в 2014 г. вполне объяснимо динамикой изменчивости температуры в период инкубации, которая представлена на рисунке.

Сопоставление динамики температуры за период 2013-2014 гг. с данными эмбриогенеза (см. табл. 2), указывает на довольно быстрый прогрев воды начиная со 130 сут., послуживший ускоренному развитию зародышей. В данном наблюдении был отмечен самый короткий временной отрезок между завершающим этапом эмбриогенеза (160 сут.) и вылуплением (165 сут.). Но, несмотря на это, предличинки были достаточно сформированными, чтобы потреблять внешний корм, что немаловажно при искусственном выращивании рыбы. Более того, раннее вылупление увеличивает вегетационный период, когда идет активное массонакопление быстрорастущей молодью.



Динамика изменения инкубационных температур на ООО «Форват» в различные годы

Учитывая указанные выше преимущества, можно заключить, что температурный режим в 2013-2014 гг. являлся наиболее предпочтительным для целей аквакультуры и может быть рекомендован для инкубации икры нельмы в условиях с регулируемым температурным режимом.

Подводя итог экспериментам по инкубации икры нельмы в различных температурных режимах, можно констатировать, что количество градусо-дней, полученное икрой за время инкубации, не коррелирует со скоростью эмбриогенеза, что дает основание полагать, что на развитие зародышей влияет не сумма накопленного тепла, выраженная в градусо-днях, а температурный режим на отдельных этапах развития. Причем не всегда в более теплом режиме наблюдается ускорение развития.

Литература

- Богданов В.Д. Эмбриональное развитие сиговых рыб на естественных нерестилищах в уральских притоках нижней Оби // Научн. вестник. Экология растений и животных севера Западной Сибири. – Салехард, 2006. - Вып. 6 (2) (43). - С. 3-17.
- Борисов П.Г., Крыжановский С.Г. Развитие икры и личинок переславской ряпушки // Сб. трудов Мосрыбвтуза. - 1955. - Вып. 7. - С. 25-35.
- Буланов Д.П. Эмбриональное развитие кубенской нельмы // Изв. ГосНИОРХ. - 1976. - Т. 118. - С. 3-22.
- Буслов А.В., Сергеева Н.П. Эмбриогенез и раннее постэмбриональное развитие тресковых рыб дальневосточных морей // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - 2013. - Вып. 29. - С. 5-69.
- Вербицкий В.Б. Понятие экологического оптимума и его определение у пресноводных пойкилотермных животных // Журн. общей биологии. - 2008. - Т. 69. - № 1. - С. 44-56.
- Вернидуб М.Ф. Морфологические и физиологические изменения в эмбриональный период развития сига-лудогы *Coregonus lavaretus ludoga* Poljakow // Труды Карельск. филиала АН СССР. - 1956. - Вып. V. - С. 103-118.
- Городилов Ю.Н. Исследование чувствительности рыб к действию высокой температуры в период их эмбриогенеза. 1. Изменение чувствительности развивающейся икры осенненерестующих рыб к действию высокой температуры // Цитология. - 1969. - Т. 11. - № 2. - С. 169-197.
- Игнатьева Г.М. Ранний эмбриогенез рыб и амфибий. - М.: Наука, 1979. - 176 с.
- Константинов А.С. Статический и астатический оптимум абиотических факторов в жизни рыб // Тез. докл. I Конгресса ихтиологов России. - М.: Изд-во ВНИРО, 1997. - С. 221-222.
- Константинов А.С., Шолохов А.М. Влияние колебаний температуры на рост, энергетику и физиологическое состояние молоди севрюги *Acipenser stellatus* Pallas // М.: Вестник МГУ, 1993. Сер. 16. Биология. - № 2. - С. 43-47.
- Костюничев В.В. Инкубация икры и получение ранних личинок сиговых в условиях сбросных теплых вод // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. - 1997. - Вып. 325. - С. 90-112.
- Лебедева О.А. Температурные адаптации эмбрионов сиговых // Природа и хозяйственное использование озер Псковской и прилегающих областей. - Псков: Пед. ин-т, 1971. - С. 122-126.
- Лебедева О.А. Эколого-морфологические особенности развития сиговых рыб. Автореф. канд. дис. - М.: МГУ, 1974. - 28 с.
- Лебедева О.А. Температурные адаптации сиговых в период эмбрионального развития // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. - 1983. - Вып. 209. - С. 56-78.
- Лебедева О.А. Развитие икры и личинок пеляди // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. - 1985. - Т. 236. - С. 74-85.
- Лукиянов С.В. Влияние колебаний абиотических факторов (рН, соленость, температура) на рыб в эмбрионально-личиночный период развития. Автореф. канд. дис. - Саранск: Мордовск. ун-т, 2010. - 20 с.
- Любичкая А.И. О характере зависимости скорости развития грудных плавников от температуры // Труды Лаб. эксперим. зоологии и морфологии животных АН СССР. - 1934. - Т. 3. - С. 118-164.

- Мешков М.М., Лебедева О.А. Видовая специфика темпа индивидуального развития лососевидных рыб (Salmonoidei) // Эволюция темпов индивидуального развития животных. - М.: Наука, 1977. - С. 200-216.
- Нечаев И.В., Дихнич А.В., Костин В.В., Романенко В.О. Динамика кортизола и развитие глюкокортикоидной функции в раннем онтогенезе атлантического лосося *Salmo salar* // Вопр. ихтиологии. - 2006. - Т. 46. - № 3. - С. 398-411.
- Решетников Ю.С., Мухачев И.С., Болотова Н.Л. и др. Пелядь *Coregonus peled* (Gmelin, 1788): систематика, морфология, экология, продуктивность. - М.: Наука, 1989. - 303 с.
- Светлов П.Г. О регенерации хвоста и хвостовой почки у оксолотля на разных стадиях развития // Труды Лаб. эксперим. зоологии и морфологии животных АН СССР. - 1934. - Т. 3. - С. 165—225.
- Смирнов Н.В. Внутрипопуляционная изменчивость скорости эмбрионального развития омуля и факторы ее определяющие (на примере посольской популяции) // Морфология и экология рыб. - Новосибирск: Наука, 1987. - С. 48-64.
- Черняев Ж.А. Эмбриональное развитие байкальского омуля. - М.: Наука, 1968. - 91 с.
- Черняев Ж.А. Факторы и возможные механизмы, вызывающие изменения темпа эмбрионального развития костистых рыб (на примере сиговых Coregonidae) // Вопр. ихтиологии. - 2007. - Т. 47. - Вып. 4. - С. 475-485.
- Шилов И.А. Экология. - М.: Высшая школа, 2000. - 512 с.
- Яндовская Н.И., Тихонова З.П. Разведение кубенской нельмы // Изв. ГосНИОРХ. -1961. - Т. 51. - С. 51-59.
- Barton B.A. Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids // Integrative and comparative biology. - 2002. - Vol. 42. - P. 517-525.
- Brooke L.T. Effect of different constant incubation temperatures on egg survival and embryonic development in lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) // Transactions of the American Fisheries Society. - 1975. - Vol. 104. - Iss. 3. - P. 555-559.
- Price J.W. Time-temperature relations in the incubation of the whitefish *Coregonus clupeaformis* (Mitchill) // J. Gen. Physiology. - 1940. - № 23. - P. 449-468.

EMBRYONIC DEVELOPMENT OF INCONNU STENODUS LEUCICHTHYS NELMA AT VARIOUS TEMPERATURE LEVELS

A. A. Lyutikov

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Saint-Petersburg, tokmo@mail.ru

The results of eggs incubation of inconnu at different temperature levels from the year 2010 till 2014 are given. It is shown that there is no correlation between the number of degree-days eggs got during incubation and the pace of embryogenesis. That gives grounds to believe that it is the temperature conditions at various stages what affects the development of embryos but not the general amount of accumulated heat, expressed in degree-days.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА РАСЧЕТА СУТОЧНОЙ НОРМЫ КОРМА ДЛЯ ДВУХ- И ТРЕХЛЕТОК СИГОВ

Н.А. Лютикова

ФГБНУ «ГосНИОРХ», Санкт-Петербург, egorovanet@gmail.com

Выращивание молоди рыб в индустриальных условиях требует строгого соблюдения технологии кормления. В рыбоводном процессе особое место занимают мониторинг и корректировка норм выдаваемого рыбам корма. В свою очередь, затраты на корма при выращивании товарной рыбы по индустриальной технологии составляют 45–70% себестоимости продукции. В связи с этим рациональное использование кормов является важным экономическим фактором. Избыточное кормление приводит к недоиспользованию кормовых ресурсов и непроизводительным затратам, а также отрицательно сказывается на себестоимости товарной рыбы. Недостаточное кормление отражается на итоговой массе рыб – при равных временных затратах рыба не набирает массу (Сборник методических..., 2012).

В хозяйствах выращивается от тысяч до миллионов особей товарной рыбы, которая содержится в садках, установленных либо в проточных озерах, либо в реках. Природные температуры воды могут быстро меняться, в таких случаях норму кормления необходимо корректировать чаще. Исходя из этого, кажется логичным использование более современных методов расчета, чем расчет вручную или по таблицам, приведенным в методических рекомендациях.

Для расчета суточной нормы кормления выращиваемой рыбы на рыбоводных хозяйствах применяются разные методические рекомендации, в которых приводятся примеры расчетов этих норм (Максименкова, 2013; Шумак, 2014).

Разработка компьютерной программы расчета суточной нормы корма для двух- и трехлеток сигов основывалась на материалах, приведенных в «Сборнике методических рекомендаций по индустриальному выращиванию сиговых рыб для целей воспроизводства и товарной аквакультуры» (2012). В этих рекомендациях даны суточные приросты сиговых, выращенных на корме МС-84М производства ГосНИОРХ.

Компьютерная программа расчета суточной нормы корма для двух- и трехлеток сигов создана в среде Visual Basic6.0 (Быков, 2002). Алгоритм программы является оригинальным и показал свою работоспособность в процессе проверки программы для разных вариантов расчета норм кормления.

В программе можно изменить следующие параметры – температуру воды, массу рыб и их количество.

Температура воды задается от +2 до +20 °С с шагом в один градус, что позволяет пластично менять условия содержания рыб (рис. 1).

Рисунок 1. Выбор температуры воды

Масса рыб выбирается из диапазона от 20 до 1200 г (рис. 2).

Рисунок 2. Выбор массы рыб

Количество рыб можно ввести либо с помощью полосы прокрутки, которая двигается с шагом в 100 единиц, либо вручную. Расчет в таком случае ведется без округления общей численности. Количество рыб варьирует от 1 до 10000 шт. (рис. 3).

Рисунок 3. Выбор количества рыб: а) ввод значения с помощью полосы прокрутки, б) ввод вручную

Изменение других параметров (кислород, рН, проточность и естественный корм), а также плотность посадки в данной программе не учитывались и были взяты как благоприятные для роста сиговых рыб.

Алгоритм работы программы заключается в следующем: при выставлении необходимой температуры воды и средней массы молоди рыб рассчитывается среднесуточная норма кормления в процентах по формуле 1 (Сборник методических..., 2012):

$$C_{\%} = P * m * K \quad (1)$$

где C - суточная норма корма, %; P – прирост сигов за сутки, %; m – поправка на массу рыб; K – температурный коэффициент; Таким же образом происходит расчет и нормы корма в килограммах при условии заданного количества рыб, содержащихся в садке.

Суточная норма корма в кг рассчитывается по формуле 2 (Сборник методических..., 2012):

$$C_{\text{корм}} = \frac{W_{\text{ср}} \cdot n \cdot C}{100} \quad (2)$$

где $C_{\text{корм}}$ – суточная норма корма, кг; $W_{\text{ср}}$ – средняя масса сигов, кг; n – количество рыбы, шт.; C (%) – суточная норма корма, %. Таким образом, выставив в окна индивидуальные значения, получаем среднее количество корма в кг. Общий вид интерфейса программы представлен на рис. 4.

The interface is titled 'Температура воды, С' and features a slider set to 18. Below it, 'Количество рыб, шт' has a slider set to 500, with buttons for 500 and 1000. A section titled 'Масса рыб, г' contains radio buttons for 20, 40, 70, 100, 200, 400, 600 (selected), 800, 1000, and 1200. At the bottom, two boxes display results: 'Суточная норма корма, %' showing .578 and 'Суточная норма корма, кг' showing 2.904.

Рисунок 4. Интерфейс программы

Компьютерная программа позволяет рассчитать для определенного количества рыб заданной массы и с учетом выбранной температуры суточную норму корма за короткий промежуток времени (доли секунд) и тем самым сократить время на расчет таких параметров вручную, что было бы рационально, при выращивании товарной рыбы в условиях динамично меняющихся температур.

Программа показала свою работоспособность в ходе апробации. Результаты расчетов совпадают с рассчитанными суточными приростами сегов, приведенными в «Сборнике методических рекомендаций...» (2012), что позволяет считать программные расчеты достоверными.

Созданную программу можно применять для расчета суточных норм корма для других видов рыб, но после ввода необходимых поправочных коэффициентов. Также в нее можно добавить другие типы кормов, применяемые на рыбоводных хозяйствах.

Программа написана на языке программирования Visual Basic, что делает ее применимой на всех компьютерах с операционной системой Windows.

Созданная компьютерная программа служит примером применения методов программирования в рыбоводной практике.

Литература

Быков В.Л. Основы программирования на языке Visual Basic 6.0. - Брест: БГТУ, 2002. – 229 с.

Максименкова А.А.. Использование модели массонакопления при садковом выращивании карпа в условиях водоема-охладителя Смоленской АЭС. – М.: Аграрная Россия, 2013. - № 8. – С. 29-30.

Сборник методических рекомендаций по индустриальному выращиванию сеговых рыб для целей воспроизводства и товарной аквакультуры. Под ред. А.К. Шумиловой. – СПб.: изд. ГосНИОРХ, 2012. – 288 с.

Шумак В.В.. Моделирование роста сеголетков племенного карпа // Изв. Калининградского гос. техн. ун-та. - 2014. - № 32. - С. 186-194.

COMPUTER PROGRAM FOR CALCULATING DAILY RATE OF FEED FOR TWO- AND THREE-YEAR FOR WHITEFISH

N.A. Lyutikova

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Saint-Petersburg, egorovanet@gmail.com

The computer program allows you to calculate the per diem rate of feed for whitefish species. The program takes into account the recommendations on feeding and estimates increments of two- and three years old whitefish developed GosNIORKh. At the interface program has a user input water temperature, the amount of fish, and their mass. As well as two windows, which are displayed in the results of the calculations. The program is written in Visual Basic programming language, which makes it applicable to all computers with the Windows operating system.

СОСТОЯНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА ОЗЕРА ВОЖЕ В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД 2014-2015 ГГ.

Н.Н. Макарёнкова

Вологодское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Вологда, mackarenckowa@yandex.ru

Озеро Воже (418 км²) – один из крупнейших рыбохозяйственных водоемов Вологодской области, расположенный в ее северной части. Озеро принадлежит к бассейну р. Онеги. Оно имеет вытянутую с севера на юг форму, средняя глубина составляет 1,4 м. Для водоема характерны значительные внутригодовые и межгодовые колебания уровня воды (Веселова, 1979). Озеро характеризуется изрезанной береговой линией, что в сочетании с нестабильным уровнем воды и заболоченностью берегов обуславливает интенсивное развитие макрофитов.

Первое изучение фитопланктона озера было проведено Институтом озераедения АН в рамках комплексной экспедиции 1972-1974 гг. В результате в эти годы получены наиболее подробные сведения о структуре и динамике фитопланктонного сообщества озера и его притоков. Вологодской лабораторией ФГБНУ «ГосНИОРХ» первые исследования фитопланктона проводились в 1992-1993 гг., ежегодные наблюдения ведутся с начала 2000-х гг.

В 1970-е гг. ранневесенняя стадия развития фитопланктона в оз. Воже отмечалась как очень кратковременная. Только в последней декаде мая создавались благоприятные условия для развития водорослей. Фитопланктонное сообщество характеризовалось отсутствием специфических весенних форм; к доминирующим видам относились из диатомовых *Melosira ambigua* (Grun.) O. Müll. (по современной номенклатуре относится к *Aulacoseira ambigua* (Grun.) Sim.) и из синезеленых *Lyngbya contorta* Lemm. (современное название - *Planktolyngbya contorta* (Lemm.) Anagn. et Kom.) и *Oscillatoria limnetica* Lemm. (современное название - *Pseudanabaena limnetica* (Lemm.) Kom.). Средняя биомасса в мае составляла 1,6, в июне – 1,69 г/м³, численность – 1,4 и 2,0 млн. кл./л соответственно (Петрова, 1978).

Материалом для таксономического и эколого-географического анализа фитопланктона озера послужили пробы (0,5 л), отобранные батометром Паталаса (1 л) в пределах фотического слоя в мае-июне в течение 2014-2015 гг. Пробы фиксировались раствором Люголя с добавлением формалина и концентрировались отстойным методом (Федоров, 1979; Садчиков, 2003). Количественная обработка отобранных проб проводилась в камере Нажотта (0,01 мл) с использованием микроскопа ЛОМО Микмед-6. Биомасса определялась объемно-расчетным методом, удельный вес водорослей принимался равным 1 г/м³. Идентификация водорослей осуществлялась с помощью «Определителя пресноводных водорослей СССР» (1951-1986), «Определителя пресноводных водорослей Украинской ССР» (1979) и др. Показатели сапробности водной толщи озера оценивались индексами Пантле-Букка (Pantle, Buck, 1955)

в модификации Сладечека (Sládeček, 1973). Индикаторное значение сапробности отдельных видов взято из работ Марвана с соавторами (Marvan et al., 2005).

В результате проведенных исследований в составе весеннего фитопланктона оз. Воже в 2014-2015 гг. выявлено 160 видов и внутривидовых таксонов, относящихся к 8 отделам, 12 классам, 16 порядкам, 30 семействам, 61 роду (табл. 1). Основное число таксонов рангом ниже рода распределено между тремя отделами: Bacillariophyta – 63 (39,4%); Cyanophyta – 43 (26,8%); Chlorophyta – 43 (26,8%). Среди них наиболее богаты видами (объединяют от 8 до 18 видов) семейства Naviculaceae, Fragilariaceae, Coscinodiscaceae, Bacillariaceae, Merismopediaceae, Pseudanabaenaceae, Synechococcaceae, Scenedesmaceae, Chlorellaceae, Desmidiaceae. Они составляют 33,3% от числа всех семейств, и к ним относятся 71,3% видов и внутривидовых таксонов. Одно- и двухвидовые семейства представлены в сообществе в значительном количестве (49,9%), на их долю приходится 13,8% видов.

Таблица 1. Таксономическая структура фитопланктона оз. Вожев весенний период 2014-2015 гг.

Отдел водорослей	Число					% от общего числа таксонов рангом ниже рода	Родовая насыщенность (в/р)
	классов	порядков	семейств	родов	таксонов рангом ниже рода		
Bacillario-phyta	2	4	9	21	63	39,4	3,0
Cyanophyta	1	3	6	15	43	26,8	2,9
Chlorophyta	4	4	9	19	43	26,8	2,3
Chrysophyta	1	1	1	1	4	2,5	4,0
Xanthophyta	1	1	1	1	1	0,6	1,0
Cryptophyta	1	1	1	1	2	1,3	2,0
Euglenophyta	1	1	1	1	2	1,3	2,0
Dinophyta	1	1	2	2	2	1,3	1,0
Всего	12	16	30	61	160	100,0	2,6

В составе весеннего фитопланктона рассматриваемого озера преобладают мало видовые (1-2 вида) роды (68,9% от всего количества родов в сообществе), которые охватывают 35,6% общего числа видов. Ведущие по числу видов роды фитопланктона (16,4%) включают почти половину всего видового состава – 44,5% (табл. 2). Анализ родового спектра фитопланктона указывает на неравномерность распределения видов по родам. Преобладание семейств и родов с небольшим количеством видов является отличительной чертой северных флор (Гецен, 1978; Габышев, 2015). Родовая насыщенность – число таксонов рангом ниже рода, приходящихся на один род, – выше у золотистых и диатомовых водорослей (4,0 и 3,0 соответственно), в среднем составляет 2,6 (см. табл. 1). Наибольшее количество видов охватывают роды *Scenedesmus* (11) из зеленых водорослей, *Synedra* (11), *Aulacoseira* (7), *Navicula* (7) из диатомовых и *Aphanocapsa* (8) из синезеленых.

Таблица 2. Ведущие по числу видов роды фитопланктона оз. Воже в весенний период 2014-2015 гг.

Род	Отдел	% от общего числа таксонов рангом ниже рода
Scenedesmus	Chlorophyta	6,9
Synedra	Bacillariophyta	6,9
Aphanocapsa	Cyanophyta	5,0
Aulacoseira	Bacillariophyta	4,4
Navicula	Bacillariophyta	4,4
Pediastrum	Chlorophyta	3,8
Fragilaria	Bacillariophyta	3,8
Nitzschia	Bacillariophyta	3,1
Planktolyngbya	Cyanophyta	3,1
Chroococcus	Cyanophyta	3,1
Всего		44,5

Численность и биомасса фитопланктона озера определяются в первую очередь развитием диатомовых, зеленых и синезеленых водорослей. Диатомовые водоросли составляют в среднем 70,3% в общей биомассе весеннего фитопланктона с доминантами *Aulacoseira ambigua*, *A. italica* (Ehr.) Sim., *Cyclotella radiosa* (Grun.) Lemm., *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz. В некоторых случаях значительная часть биомассы приходится на зеленые водоросли (до 50%), среди которых выделяются виды и разновидности рода *Pediastrum* Meyen (*P. boryanum* var. *longicorne* Reinsch, *P. angulosum* Meyen). Численно на всех станциях преобладают синезеленые водоросли (от 80,2 до 95,7% всей численности) - *Aphanocapsa holsatica* (Lemm.) Cronb. et Kom., *Planktolyngbya limnetica* (Lemm.) Kom.-Legn. et Cronb., *Planktolyngbya contorta*.

Исследования фитопланктона оз. Воже в весенний период 2014-2015 гг. выявили колебания биомассы по акватории водоема от 1,6 до 5,3 г/м³. Численность водорослей в то же время варьирует в пределах 12,5–68,9 млн. кл./л. В среднем биомасса водорослей составляет 3,5 г/м³ в 2014 г. и 2,6 - в 2015 г., а численность – 26,8 и 32,4 млн. кл./л соответственно (табл. 3).

Таблица 3. Средние численность (N, млн. кл./л) и биомасса (B, г/м³) фитопланктона оз. Воже в весенний период 2014-2015 гг.

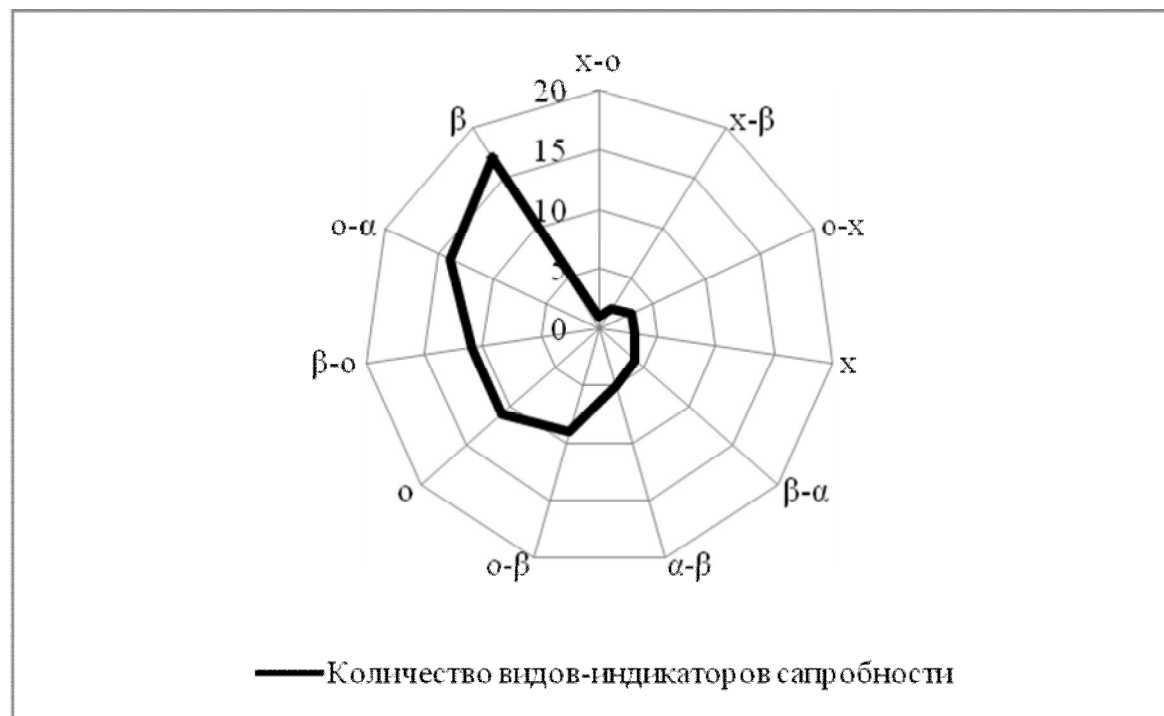
Отдел водорослей	2014 г.		2015 г.	
	N	B	N	B
Bacillariophyta	4,511	2,941	1,305	1,726
Cyanophyta	19,849	0,051	30,025	0,199
Chlorophyta	2,198	0,265	0,812	0,427
Chrysophyta	0,206	0,123	0,128	0,028
Xanthophyta	0,005	0,001	0,146	0,021
Cryptophyta	0,025	0,011	0,005	0,001
Euglenophyta	0,025	0,072	0,001	0,026
Dinophyta	0,015	0,048	0,003	0,124
Всего	26,834	3,512	32,425	2,552

Период весеннего перемешивания является одним из наиболее показательных отрезков годового цикла для установления трофических условий в водоеме. Согласно шкале трофности водоемов по средним величинам биомассы водорослей, предложенной И.С. Трифиновой (1990), весенний фитопланктон характеризует оз. Воже как озеро мезотрофного типа (1-5 г/м³).

Эколого-географический анализ показал, что большая часть (82,0% индикаторов и 51,3% всех видов) фитопланктона представлена планктонными формами (истинно планктонными и планктонно-бентосными). Преобладают планктонно-бентосные виды – 47,0%. Встречаются в водной толще и случайно-планктонные виды (бентосные) - 15,0% (9,4% от всего числа видов в сообществе). Подавляющее большинство зарегистрированных водорослей, встречающихся в озере весной, являются широко распространенными (виды-космополиты), они составляют 81,6% (50% от всех встреченных видов). Остальная часть видов с известной географической приуроченностью равномерно распределена между бореальной (*Entomoneis ornata* (Bail.) Reim., *Aulacoseira islandica* (O. Müll.) Sim., *Cyanodictyon reticulatum* (Lemm.) Geitl., *Fragilaria inflata* (Heid.) Hust., *Placoneis anglica* (Ralfs) Cox., *Navicula elongata* Poretzky., *Nitzschia linearis* var. *tenuis* (W. Smith) Grun., *Surirella didyma* var. *minor* Skv.), альпийской (*Tabellaria flocculosa* (Roth) Kütz.), аркто-альпийской (*Fragilaria tenera* (W. Sm.) Lange-Bert., *Spondylosium planum* (Wolle) W. et G.S. West., *Dinobryon bavaricum* Imhof.) и голарктической (*Pediastrum duplex* var. *subgranulatum* Racib., *Dictyosphaerium pulchellum* Wood., *Chroococcus minimus*. (Keissl.) Lemm.) группами.

В весеннем фитопланктоне 27,5% видов являются таксонами-индикаторами подвижности водных масс (реофильности). Из них большую часть (84,1%) составляют виды, обитающие в стояче-текущих водах. Было встречено также 6 реофобных видов (*Surirella robusta* var. *splendida* Ehr., *Stephanodiscus hantzschii* Grun., *Staurastrum paradoxum* Meyen, *Staurastrum gracile* Ralfs, *Fragilaria crotonensis* Kitt., *Cyclotella meneghiniana* Kütz.).

Из 160 зарегистрированных в весенний период таксонов водорослей 80 (50,0%) относится к индикаторам органического загрязнения, распределившихся между 11 группами сапробионтов (см. рисунок). Основное количество индикаторов приходится на интервал от α до β с индивидуальными индексами 1,0-2,0 – 77,5% (38,8% от числа всех видов). β -мезосапробионты составляют 21,3% (10,6%). Водорослей, указывающих на значительное загрязнение водоема, обнаружено в пробах не было.



Соотношение числа видов-индикаторов сапробионности фитопланктона оз. Воже в весенний период 2014-2015 гг.

Показатели сапробионности водной толщи озера, оцененные индексами Пантле-Букка в модификации Сладечека, изменяются по численности фитопланктона в пределах 1,03-1,52, а по биомассе – от 1,07 до 1,56 (табл. 4). Проведенный анализ выявил, что более высокие значения сапробионности отмечаются в южной и центральной частях озера. В целом, по индексу сапробионности воды озеро можно отнести к олиго- β -мезосапробионной зоне.

Таблица 4. Показатели индекса сапробности по численности и биомассе фитопланктона оз. Воже в весенний период 2014-2015 гг.

Показатели	2014 г.	2015 г.
Индекс сапробности по численности	1,32 (1,09–1,52)	1,28 (1,03–1,46)
Индекс сапробности по биомассе	1,36 (1,12–1,55)	1,39 (1,07–1,56)

Примечание. Даны средние величины, в скобках – минимальные и максимальные.

Таким образом, весенний фитопланктон оз. Воже в современных условиях формируется преимущественно широкораспространенными планктонно-бентосными и планктонными видами, тяготеющими к стояче-текучим водам. Комплекс доминирующих видов (*Aulacoseira ambigua*, *Planktolyngbya contorta*) и групп в целом сохраняет свои черты, но обогащается за счет представителей в первую очередь синезеленых и зеленых водорослей. По сравнению с предыдущими десятилетиями наблюдается увеличение как численности, так и биомассы фитопланктона. В целом, по состоянию весеннего фитопланктонного сообщества оз. Воже можно характеризовать как мезотрофный водоем от чистых до умеренно загрязненных вод.

Литература

- Веселова М.Ф. Природные условия бассейна озер // Гидрология озер Воже и Лача. - Л., 1979. - С. 3-18.
- Габышев В.А. Фитопланктон крупных рек Якутии и сопредельных территорий Восточной Сибири. Докт. дис. – М., 2015. - 406 с.
- Гецен М.В. Водоросли // Флора и фауна водоемов Европейского Севера (на примере Большеземельской тундры). - Л.: Наука, 1978. - С. 11–20.
- Определитель пресноводных водорослей СССР / под ред. М.М. Голлербах. - М.-Л.: АН СССР, 1951–1986. - Т. 1–14.
- Определитель пресноводных водорослей Украинской ССР (в десяти томах). – Киев, 1979.
- Петрова Н.А. Фитопланктон озер Воже и Лача // Гидробиология озер Воже и Лача. - Л., 1978. - С. 34-63.
- Садчиков А.П. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство. – М.: Изд-во "Университет и школа", 2003. - 158 с.
- Трифорова И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л.: Наука, 1990. – 182 с.
- Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. - М., 1979. - 168 с.
- Marvan P., Maršálek B., Heteša J., Sukačova K., Maršálková E., Geriš R., Kozáková M. Comments on the revised tables of algal (and other botanical) water quality indicators listed in CSN 75 7716 – discussion material for assessment of trophic status of water bodies. Association Flos Aquae www.cyanobacteria.net on 6th May 2005.

Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und Darstellung der Ergebnisse // Gas und Wasserfach. - 1955. - Bd. 96. - № 18. - S. 604–681.

Sládeček V. System of water quality from the biological point of view // Ergebn. der Limnol. Arch. Hydrobiol. - 1973. - Bd. 7. - № 7. - S. 218–253.

THE STATE OF SPRING PHYTOPLANKTON OF LAKE VOZHE IN 2014-2015

N.N. Makarenkova

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Vologda, mackarenckowa@yandex.ru

The report contains the information about taxonomic and ecological structure of spring phytoplankton of Lake Vozhe of Vologda region. A total of 160 algae taxa have been found during research of the phytoplankton in Lake Vozhe. The information exhibits the intensity of development phytoplankton of the examined lake in spring in 2014-2015. Currently there is an increase of quantitative indices of phytoplankton development. Water quality evaluation according to the most common algology characteristics of the water-storage basin is given.

СОДЕРЖАНИЕ

ФАУНА ЗООБЕНТОСА ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ КАЛИНИНГРАДА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЗООБЕНТОСА

А.С. Максименко

ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград, Koenig_max@mail.ru

Введение

Зообентос – один из важнейших элементов экосистем континентальных водоемов и водотоков, однако степень его изученности в Калининградской области недостаточна. Это обусловлено в первую очередь многообразием таксономического состава: в пресноводном зообентосе умеренных широт встречаются представители до 20 классов и 10 типов животных (Кикнадзе, Истомина, 2000).

Актуальность изучения зообентоса определяется также и тем, что донные беспозвоночные и их сообщества являются чувствительными индикаторами загрязнения биогенными и токсическими веществами, закисления и эвтрофикации водных объектов. В настоящее время большое значение приобретает использование зообентоса в целях биоиндикации качества поверхностных вод, которые в пределах крупных городов подвержены сильному загрязнению и находятся в неблагоприятном экологическом состоянии (Ткачев, Булатов, 2002).

Биологические показатели являются общепризнанным элементом системы мониторинга загрязнения поверхностных вод и позволяют определить экологическое состояние и трофический статус водных объектов, оценить качество поверхностных вод как среды обитания организмов, рассчитать совокупный эффект комбинированного действия загрязняющих веществ, локализовать источник загрязнения, установить тип загрязнителей и возникновение вторичного загрязнения вод (Израэль и др., 1979).

В настоящее время фауна зообентоса прудов и озер Калининграда изучена слабо. Целью данной работы является определение видового состава зообентоса, выполнение количественного учета (численность и биомасса) зообентоса водоемов (пруды Нансенский и Пеньковое, озера Пелавское и Шенфлиз) и, в конечном итоге, оценка качества вод по показателям зообентоса и применимость различных оценок для установления качества поверхностных вод в различных водоемах.

Материалы и методика

Пробы зообентоса были собраны 10-15 апреля 2014 г. в 4 различных водоемах Калининграда: в оз. Шенфлиз и пруду Пеньковом в южной, пруду Нансенский в юго-западной, оз. Пелавском в западной части города. Все водоемы имеют искусственное происхождение. В каждом водоеме отбирали 3 пробы дночерпателем Петерсена с площадью захвата грунта 0,025 м², на глубине

0,5-0,7 м. Затем пробы промывали в бентосном мешке с размером ячеек 0,4 мм. В полевых условиях пробы фиксировали 4%-ным раствором формалина, нейтрализованным NaHCO_3 .

После доставки проб в лабораторию их сразу промывали проточной водой и фиксировали заново 70%-ным этиловым спиртом и в таком состоянии хранили. Обработку проб проводили по общепринятым методикам (Салазкин и др., 1984). Разборка проб и выборка макрозообентосных животных проводили под биноклем Olympus SZ-51. Идентификацию систематической принадлежности обнаруженных организмов осуществляли по определителям (Определитель..., 1977, 1994-2003). После определения видовой принадлежности животных просчитывали и после обсушивания на фильтровальной бумаге взвешивали индивидуально или групповыми методами. Затем полученные исходные данные по численности и биомассе пересчитывали на 1 м^2 площади дна.

Оценку качества вод исследованных водоемов проводили с использованием показателей двух групп зообентоса: олигохетного индекса Гуднайта и Уитлея, хирономидного индекса Балушкиной и индекса видового разнообразия Шеннона по Яковлеву (Шитиков и др., 2005).

Результаты

Озеро Шенфлиз. Зообентос был представлен кольчатыми червями (олигохеты неопределенных видов), членистоногими - высшие раки (бокоплавы из 2 семейств), остракоды (1 сем.), насекомые (личинки из 3 сем.: мокрецов, комаров-звонцов, гидроптелид), моллюсками: двустворчатые (2 сем.: дрейссениды и горошинки), брюхоногие (2 сем.: битинииды и гидробииды) и нематодами (1 сем.: мермитиды). По численности и биомассе доминировали олигохеты - 55 и 37% соответственно. На втором месте по биомассе находились брюхоногие моллюски - 35% (один вид *Potamopyrgus antipodarum*).

Средняя численность бентосных организмов в оз. Шенфлиз составила 14160 экз./м^2 , биомасса – $43,18 \text{ г/м}^2$.

По олигохетному индексу Гуднайта и Уитлея (55%) степень загрязнения воды рассматриваемого озера оценена как незначительная. По индексу Шеннона (1,72) воды относятся к V классу – загрязненные. По хирономидному индексу Балушкиной это – умеренно-загрязненные воды (6,5).

Пруд Нансенский. Зообентос был представлен кольчатыми червями (глочные пиявки и олигохеты: наииды, трубчонники и неопределенных семейств) и членистоногими (водные ослики, личинки насекомых из 3 сем.: мокрецов, комаров-звонцов, поденок).

По численности и биомассе доминировали хирономиды – 67 и 65% соответственно. На втором месте по численности находится олигохеты (30%), по биомассе – пиявка *Erpobdella octoculata* (15%).

Средние значения численности и биомассы бентоса в пруду Нансенский составили 28410 экз./м^2 и $93,90 \text{ г/м}^2$.

По хирономидному индексу Балушкиной (6,05) воды пруда отнесены к умеренно-загрязненным, по индексу Шеннона (1,18) воды - к V классу – загрязненные. По олигохетному индексу Гуднайта и Уитлея (30%) незначительная степень загрязнения воды озера.

Пруд Пеньковое. Зообентос был представлен кольчатыми червями (глочные и плоские пиявки и олигохеты: наииды, трубчонники), членистоногими (водные ослики, личинки насекомых из 5 сем.: мокрецов, комаров-звонцов, бабочниц, поденок и стрекоз-стрелок) и моллюсками - двустворчатые (горошинки), брюхоногие (битинииды). По численности и биомассе доминировали

представители олигохет трубочники (сем. Tubificidae) (73 и 49% соответственно). Второе место по численности и биомассе занимали хирономиды (22 и 21% соответственно).

Средняя численность бентосных организмов пруда Пеньковое составила 13787 экз./м², биомасса – 35,54 г/м².

По хирономидному индексу Балушкиной (0,28) воды пруда отнесены к чистым. По олигохетному индексу Гуднайта и Уитлея (74%) степень загрязнения воды оценена как значительно загрязненная. По индексу Шеннона (1,42) воды относятся к V классу – загрязненные.

Озеро Пелавское. Зообентос был представлен кольчатыми червями (глочные и плоские пиявки и олигохеты: наидиды, трубочники), членистоногими (водяные ослики, личинки насекомых из 3 сем.: мокрецов, комаров-звонцов, поденок) и моллюсками битинидами. По численности и биомассе доминировали олигохеты сем. Tubificidae (78 и 65% соответственно), с большим отрывом на втором месте по численности – хирономиды (9%), по биомассе – представители глоточных пиявок (сем. Eprobdelidae) (19%).

Средние значения численности и биомассы бентоса в оз. Пелавском составили 2573 экз./м² и 8,10 г/м².

По олигохетному индексу Гуднайта и Уитлея (80%) степень загрязнения воды можно назвать значительно загрязненной, по хирономидному индексу Балушкиной – загрязненной (7,17). По индексу Шеннона (1,49) воды относятся к V классу – загрязненные.

Обсуждение

В изученных водоемах было обнаружено 40 таксонов, до видового уровня определено 24. Они относились к 21 семейству, 7 классам и 4 типам беспозвоночных животных.

Наибольшая численность зообентосных организмов обнаружена в пруду Нансенский (28040 экз./м²), при этом в основном доминировали хирономиды из 3 подсемейств (табл. 1, см. в конце статьи). В оз. Шенфлиз численность составила 14160 экз./м², на первое место по доминированию можно поставить олигохет, на второе – хирономид. Численность зообентосных организмов пруда Пеньковое была равна 13787 экз./м², при этом доминировали представители трубочников (сем. Tubificidae). Наименьшая численность зообентосных организмов была обнаружена в оз. Пелавском – 2573 экз./м², здесь преобладали представители сем. Tubificidae.

По видовому составу зообентос в оз. Шенфлиз и в пруду Пеньковом более разнообразен (представлен организмами из 12 семейств), чем в пруду Нансенский и оз. Пелавском (встречались представители 8-9 семейств).

В целом основу численности исследованных водоемов формировали олигохеты (52%) (Naididae gen. spp., Tubificidae gen. spp., Oligochaeta gen. spp.). Также доминирующими группами были личинки хирономид трех подсемейств (Chironomidae gen. spp., Orthocladiinae gen. spp., Tanypodinae gen. spp.) (38%), оставшуюся долю численности (по 5%) составили брюхоногие моллюски одного вида (*Potamopyrgus antipodarum*) и группа единично встречающихся организмов из многих таксонов разного уровня (рис. 1).

По биомассе в водоемах также преобладали хирономиды (суммарно 38%), на втором месте были малощетинковые черви (суммарно 28%), на третьем – брюхоногие моллюски (14%) и пиявки (13%) (рис. 2).

Наибольшая суммарная биомасса зообентосных организмов была в пруду Нансенский (93,90 г/м²), наименьшая – в оз. Пелавском (8,10 г/м²) (табл. 2, см. в конце статьи).

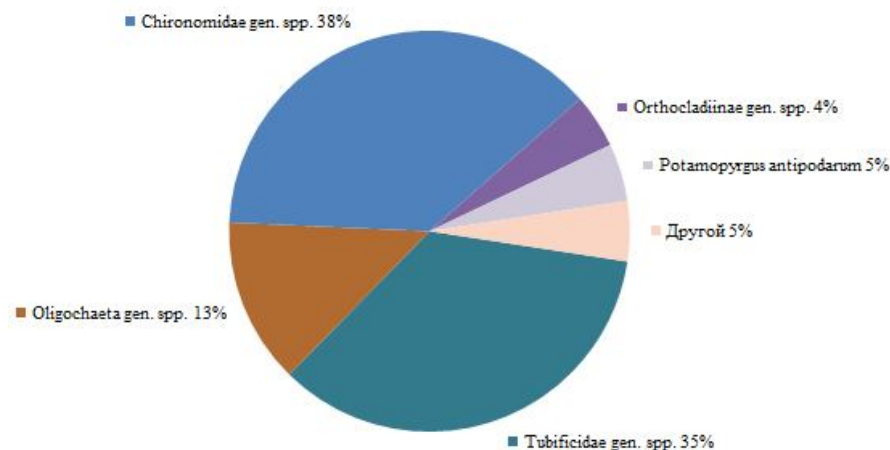


Рисунок 1. Соотношение численности организмов зообентоса в водоемах Калининграда в апреле 2014 г.

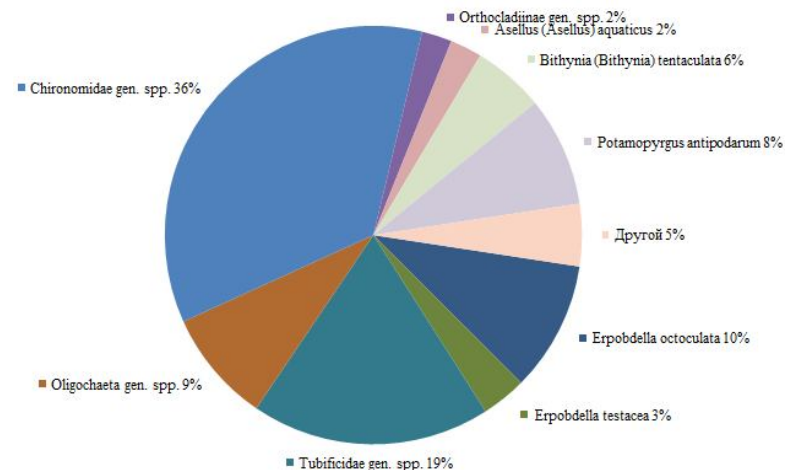


Рисунок 2. Соотношение биомассы организмов зообентоса в водоемах Калининграда в апреле 2014 г.

На основании полученных нами результатов по степени загрязнения воды исследованных нами водоемов предварительно можно распределить следующим образом: наиболее загрязненным можно считать пруд Пеньковое (по индексу Гуднайта и Уитлея значительно загрязненные воды, по хирономидному индексу Балушкиной - умеренно-загрязненные и по индексу Шеннона – загрязненные). Второе место можно разделить между прудом Нансенский и оз. Пелавским (по индексу Гуднайта и Уитлея значительно загрязненные воды, по хирономидному индексу Балушкиной - умеренно-загрязненные и загрязненные и по индексу Шеннона – загрязненные. Наименее загрязненными на сегодняшний день можно признать воды оз. Шенфлиз: по индексу Гуднайта и Уитлея - незначительно загрязненные, по Балушкиной - умеренно-загрязненные.

Однако следует отметить, что индексы имеют свои недостатки. Индекс Гуднайта и Уитлея служит для определения загрязнения вод органическими веществами, и предполагается, что большая численность олигохет является признаком органического загрязнения, но, если олигохеты отсутствуют, это не всегда означает, что воды можно отнести к чистым. В исследуемых нами водоемах по данному индексу воды можно отнести к незначительно или значительно загрязненным. Во всех водоемах олигохеты занимали первую и вторую позиции по численности. Таким образом, можно говорить о достоверной оценке качества воды во всех водоемах.

Индекс Балушкиной, основанный на соотношении численности подсемейств личинок хирономид, разработан для текущих вод, однако мы его испробовали для литорали прудов и озер, где таксономический состав хирономид довольно разнообразен. По индексу Балушкиной воды оз. Шенфлиз и пруда Нансенский относятся к умеренно-загрязненным, оз. Пелавское – к загрязненным и пруда Пеньковое - к чистым. Метод Балушкиной показал себя малопригодным для оценки качества воды пруда Пеньковое, так как доля

хириноид и таниподин в зообентосе водоема по сравнению с ортокладинидами оказалась незначительной. К таким же выводам при применении этого индекса на малых реках правобережного Средневолжья пришел А.Г. Каменев (1993).

По индексу Шеннона все воды можно отнести к V классу – загрязненные. Индекс Шеннона имеет ряд недостатков. Он придает больший вес редким видам организмов, среди которых могут быть и виды индикаторные к чистой воде или достаточно загрязненной. Кроме того, как и все биологические характеристики, он ориентирован на анализ существующего состояния водного объекта, что значительно затрудняет его использование для целей перспективных прогнозов (Шабанов, Маркин, 2009).

Таким образом, эмпирическим путем наиболее достоверная оценка качества вод была установлена по индексу Балушкиной (для озер Шенфлиз и Пелавское, пруда Нансенский) и по индексам Гуднайта и Уитлея.

Таблица 1. Численность (экз./м²) зообентоса в водоемах Калининграда в апреле 2014 г.

Тип	Класс	Отряд	Семейство	Вид	Водоем			
					озеро Шенфлиз	пруд Нансенский	пруд Пенское	озеро Пелавское
Annelida	Clitellata	Arhynchobdellida	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>	0	93	27	13
				<i>Erpobdella</i> spp. juv.	0	13	13	67
				<i>Erpobdella testacea</i>	0	27	13	0
		Haplotaxida	Naididae	Naididae gen. spp.	0	200	107	53
			Tubificidae	Tubificidae gen. spp.	0	8347	10093	2000
				Oligochaeta gen. spp.	7813	13	0	0
		Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	<i>Alboglossiphonia heteroclita</i> var. <i>papillosa</i>	0	0	0	13
				<i>Alboglossiphonia heteroclita</i> var. <i>striata</i>	0	0	0	27
				<i>Glossiphonia</i> sp.	0	0	13	0
				<i>Hellobdella stagnalis</i>	0	0	40	13
				<i>Proteocleipsis tessulata</i>	0	0	0	13
				<i>Boreobdella verrucata</i>	0	0	13	0

Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Bezzia leucogaster (xantocephala)</i>	0	13	0	0
				<i>Bezzia nobilis</i>	0	0	13	0
				<i>Culicoides</i> spp.	27	0	27	0
				<i>Mallochohelea inermis</i>	0	0	13	0
				<i>Palpomyia (Palpomyia) lineata</i>	0	0	13	0
				<i>Palpomyia</i> sp.	0	0	0	13
			Chironomidae	Chironominae gen. spp.	3053	18707	227	173
				Chironomidae pupa gen. spp.	0	53	200	0
				Orthocladiinae gen. spp.	0	133	2440	0
				Tanypodinae gen. spp.	0	27	213	53
			Psychodidae	<i>Pericoma</i> sp.	0	0	13	0
		Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis horaria</i>	0	213	187	67
				<i>Caenis robusta</i>	0	0	0	13
		Odonata	Coenagrionidae	<i>Erythromma najas</i>	0	0	13	0
		Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Agraylea sexmaculata</i>	13	0	0	0
				<i>Oxyethira</i> spp.	13	0	0	0
	Malacostraca	Amphipoda	Gammaridae	<i>Chaetogammarus warpachowskyi</i>	27	0	0	0
			Pontogammaridae	<i>Pontogammarus robustoides</i>	13	0	0	0
		Isopoda	Asellidae	<i>Asellus (Asellus) aquaticus</i>	0	200	40	40
	Ostracoda	Podocopa		Podocopa gen. sp.	13	0	0	0
Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Dreissenidae	<i>Dreissena (Dreissena) polymorpha</i>	53	0	0	0
			Sphaeriidae	<i>Pisidium (Euglesa) casertanum</i>	0	0	53	0
				<i>Pisidium (Henslowiana) henslowanum</i>	67	0	0	0
				<i>Pisidium (Hiberneuglesa) hibernicum</i>	93	0	0	0
				<i>Pisidium</i> spp. juv.	40	0	0	0
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Bithyniidae	<i>Bithynia (Bithynia) tentaculata</i>	187	0	13	13
			Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	2720	0	0	0
Nemathelminthes	Nematoda	Mermithida	Mermithidae	Mermithidae gen. spp.	27	0	0	0
Общий итог					14160	28040	13787	2573

Таблица 2. Биомасса (г/м²) зообентоса в водоемах г. Калининград в апреле 2014 г.

Тип	Класс	Отряд	Семейство	Вид	Водоем			
					озеро Шенфлиз	пруд Нансенский	пруд Пеньковое	озеро Пелавское
Annelida	Clitellata	Arhynchobdellida	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>	0,00	13,68	4,35	0,16
				<i>Erpobdella</i> spp. juv.	0,00	0,09	0,65	1,37
				<i>Erpobdella testacea</i>	0,00	4,83	1,47	0,00
		Haplotaxida	Naididae	Naididae gen. spp.	0,00	0,02	0,03	0,00
			Tubificidae	Tubificidae gen. spp.	0,00	10,85	17,33	5,29
				Oligochaeta gen. spp.	15,79	0,00	0,00	0,00
		Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	<i>Alboglossiphonia heteroclita</i> var. <i>papillosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,01
				<i>Alboglossiphonia heteroclita</i> var. <i>striata</i>	0,00	0,00	0,00	0,04
				<i>Glossiphonia</i> sp.	0,00	0,00	0,04	0,00
				<i>Hellobdella stagnalis</i>	0,00	0,00	0,32	0,05
				<i>Protonotaria tessulata</i>	0,00	0,00	0,00	0,12
				<i>Boreobdella verrucata</i>	0,00	0,00	0,04	0,00
Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Bezzia leucogaster</i> (<i>xantoccephala</i>)	0,00	0,01	0,00	0,00
				<i>Bezzia nobilis</i>	0,00	0,00	0,04	0,00
				<i>Culicoides</i> spp.	0,01	0,00	0,07	0,00
				<i>Mallochohelea inermis</i>	0,00	0,00	0,01	0,00
				<i>Palpomyia</i> (<i>Palpomyia</i>) <i>lineata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
				<i>Palpomyia</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,01
			Chironomidae	Chironominae gen. spp.	2,76	61,13	0,33	0,01
				Chironomidae pupa gen. spp.	0,00	0,12	0,08	0,00
				Orthocladinae gen. spp.	0,00	0,04	4,19	0,00
				Tanypodinae gen. spp.	0,00	0,00	2,80	0,27

			Psychodidae	<i>Pericoma</i> sp.	0,00	0,00	0,01	0,00
			Ephemeroptera	<i>Caenis horaria</i>	0,00	0,35	0,18	0,11
				<i>Caenis robusta</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
		Odonata	Coenagrionidae	<i>Erythromma najas</i>	0,00	0,00	0,03	0,00
		Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Agraylea sexmaculata</i>	0,01	0,00	0,00	0,00
				<i>Oxyethira</i> spp.	0,01	0,00	0,00	0,00
	Malacostraca	Amphipoda	Gammaridae	<i>Chaetogammarus warpachowskyi</i>	0,03	0,00	0,00	0,00
			Pontogammaridae	<i>Pontogammarus robustoides</i>	0,44	0,00	0,00	0,00
		Isopoda	Asellidae	<i>Asellus (Asellus) aquaticus</i>	0,00	2,77	1,09	0,59
	Ostracoda	Podocopa		Podocopa gen. sp.	0,01	0,00	0,00	0,00
Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Dreissenidae	<i>Dreissena (Dreissena) polymorpha</i>	0,08	0,00	0,00	0,00
			Sphaeriidae	<i>Pisidium (Euglesa) casertanum</i>	0,00	0,00	0,13	0,00
				<i>Pisidium (Henslowiana) henslowanum</i>	0,95	0,00	0,00	0,00
				<i>Pisidium (Hiberneuglesa) hibernicum</i>	0,11	0,00	0,00	0,00
				<i>Pisidium</i> spp. juv.	0,01	0,00	0,00	0,00
	Gastropoda	Neotaenioglossa	Bithyniidae	<i>Bithynia (Bithynia) tentaculata</i>	7,63	0,00	2,35	0,05
			Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	15,32	0,00	0,00	0,00
Nemathelminthes	Nematoda	Mermithida	Mermithidae	Mermithidae gen. spp.	0,03	0,00	0,00	0,00
Общий итог					43,18	93,90	35,54	8,10

Литература

Израэль Ю.А., Гасилина Н.К., Абакумов В.А. Гидробиологическая служба наблюдения и контроля поверхностных вод в СССР. – М.: Гидрометеиздат, 1979. – 11 с.

Каменев А.Г. Биопродуктивность и биоиндикация правобережного Средневожья. Макрозообентос. – Саранск: Мордов. ун-т, 1993. – 228 с.

Кикнадзе И.И., Истомина А.Г. Кариотипы и хромосомный полиморфизм сибирских видов хирономид (Diptera, Chironomidae) // Сибир. экол. журн. – 2000. – № 4. – С. 445-460.

Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР / Под ред. Л.А. Кутиковой, Я.И. Старобогатова. - Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 512 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / Под общ. ред. С.Я. Цалолихина. – СПб.: 1994-2003. - В 6-ти томах.

Салазкин А.А., Алимов А.Ф., Финогенова Н.П., Винберг Г.Г. Методические рекомендации по сбору и обработке материала при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. – Л.: Изд-во ГосНИОРХ, 1984. - 51 с.

Ткачев Б.П., Булатов В.И. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы. Аналитический обзор. – Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2002. – 114 с.

Шабанов В.В., Маркин В.Н. Методика эколого-водохозяйственной оценки водных объектов. - М.: МГУП, 2009. - 154 с.

ZOOBENTHOS OF THE COASTAL ZONE OF THE SOME WATERBODIES OF KALININGRAD TOWN AND THE ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN BIOLOGICAL CHARACTERS OF ZOOBENTHOS ORGANISMS

A.S. Maksimenko

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Koenig_max@mail.ru

The research of the species composition zoobenthos in the four waterbodies Kaliningrad town were present. The quantitative account of zoobenthos organisms of the studied ponds was made. The indices of Goodnight and Whitley, of Balushkina and of Shannon were calculated. The quality of water of studied ponds on the basis of analysis of the zoobenthos species diversity was assessed.

СОДЕРЖАНИЕ

КОМПЛЕКСНЫЕ ПОДХОДЫ В ГЕОГРАФИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ВОДОЕМОВ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАПАДНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

В.А. Мартынюк, А.Б. Грицик

Ровенский государственный гуманитарный университет, Ровно, Украина, martynyuk_ris@mail.ru, oles_hrytsyk@ukr.net

Введение. Западно-Полесский регион (Волинская и Ровенская области) Украины отличается очень плотной гидрографической сетью и высоким коэффициентом заозёрности. В регионе насчитывается более 1400 водоемов общей площадью 32,08 тыс. га. Среди водоемов замедленного водообмена количество прудов составляет 76,20%, водохранилищ – 1,81, озёр – 21,99% (см. таблицу). Наличие такого водно-ресурсного потенциала должно стать основой развития аквакультуры и рыбохозяйственного комплекса в целом регионе.

Количество и площадь водоемов замедленного водообмена Западно-Полесского региона Украины (по: Ильин, 2011)

Западно- Полесский регион (области)	Всего водоемов		В том числе					
			пруды		водохранилища		озера	
	Единиц	Площадь, тыс. га	Кол-во/%	Площадь, тыс. га	Кол-во/%	Площадь, тыс. га	Кол-во/%	Площадь, тыс. га
Волинская	687	20,14	439/63,90	3,99	13/1,90	2,25	235/34,20	13,9
Ровенская	750	11,94	656/87,40	6,4	13/1,70	3,77	81/10,80	1,77
Всего	1437	32,08	1095/76,20	10,39	26/1,81	6,02	316/21,99	14,86

На сегодняшний день в регионе существуют специальные товарные рыбные хозяйства (СТРХ). В Ровенской области (Ров. обл.) 47 водоемов общей площадью 1115,9 га используются в качестве аренды СТРХ, а в Волинской (Вол. обл.) – 9 водоемов (329,87 га). В то же время потенциальная возможность выращивания рыбных ресурсов (по оценкам областных Управлений охраны, использования и воспроизведения водных биоресурсов и регулирования рыболовства) составляет 870 (Вол. обл.) и 5513 т (Ров. обл.).

Принятие важных законов, в частности «О рыбном хозяйстве ...» (Закон..., 2011), «Об аквакультуре» (Закон..., 2012), а также документов, касающихся паспортизации водных объектов и рыбохозяйственных технологических водоемов (Наказ Мінекології..., 2013; Наказ Мінагрополітики..., 2013), позволило регламентировать на государственном уровне природопользование водоемов

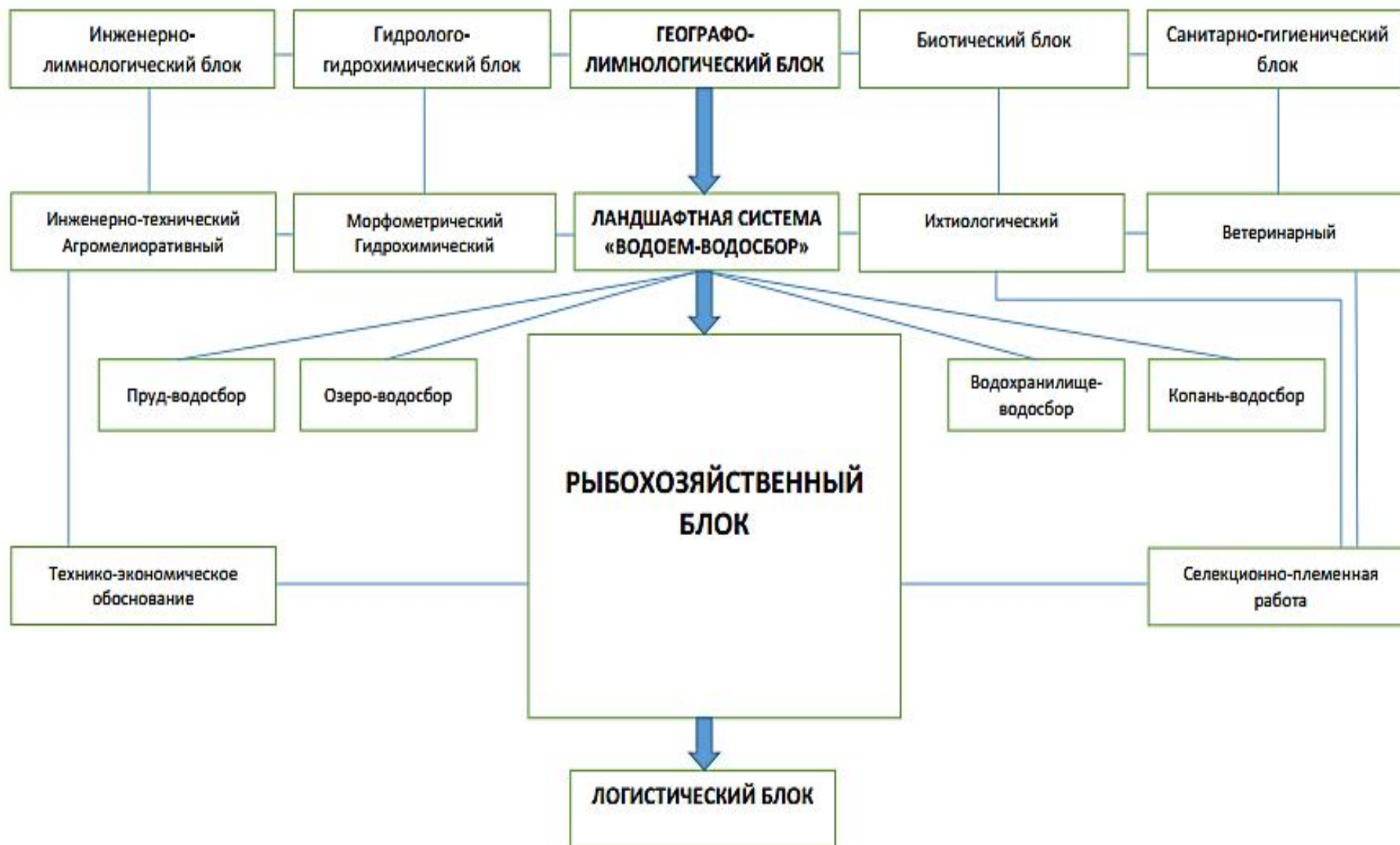
комплексного назначения, в том числе и рыбохозяйственной специализации. В связи с этим возникает спрос на разработку конструктивных моделей рыбохозяйственного природопользования водоемов для СТРХ, частных водопользователей или любительской рыбной ловли.

Цель исследования – раскрыть сущность подходов географического моделирования водоемов рыбохозяйственного природопользования Западного Полесья Украины.

Методикой послужили работы по комплексным географическим исследованиям (Беручашвили, Жучкова, 1997), лимнологии (Китаев, 2007), ихтиологии (Товстик, 2004; Сондак, 2008), паразитологии ихтиоценозов аквальных комплексов Западного Полесья Украины (Збожинська, 2014; Катюха, Вознюк, 2014), а также опыт географо-лимнологических поисков озерных систем Украины (Мартынюк, 1999, 2015; Ковальчук, Мартынюк, 2015).

Результаты исследования. Выполненные нами комплексные географические исследования водоёмов Западного Полесья позволяют разрабатывать конструктивные модели рыбохозяйственного природопользования конкретных водоемов. Предложенная нами модель включает несколько блоков и их структурных составляющих (см. рисунок). На первом иерархическом уровне расположен *инженерно-лимнологический блок* (или подблок), в который входят инженерно-технические и поисковые работы в отношении формирования прудов, водохранилищ (за исключением озер). Инженерно-мелиоративные и агро-мелиоративные мероприятия (известкование водоема, аэрация, внесение минеральных и кормовых добавок, выкашивание макрофитов и т.д.) проводятся уже во время эксплуатации водоема. *Гидролого-гидрохимический блок* включает морфометрическую, гидрологическую и гидрохимическую оценку аквального комплекса в соответствии с требованиями и критериями к водоемам рыбохозяйственного природопользования. *Биотический блок*, а также подблок *ихтиологический* связаны с оценкой биологической рыбопродуктивности водоема, анализом кормовой базы (показатели фито- и зоопланктона, бентоса, макрофитов), видовым разнообразием ихтиофауны водоема; вносятся рекомендации по разведению наиболее продуктивных и быстрорастущих рыб.

Сущность *санитарно-гигиенического блока* данной модели сводится к оценке геоэкологических параметров водосбора на предмет наличия несанкционированных свалок, объектов ГСМ, животноводческих комплексов, складов минеральных удобрений или пестицидов, также учитываются гидрохимические показатели грунтовых вод и геохимические характеристики почв бассейна водоема.



Модель бассейновой системы рыбохозяйственного природопользования

Задачами *ветеринарного подблока* являются изучение заболеваний рыб водоема болезнями различной этиологии, возможности проведения ветеринарно-санитарных мероприятий, заключение об использовании объекта в производственных целях. Этот подблок включает мониторинг болезней рыб и карантинирование, диагностику болезней рыб, профилактику и лечение рыб, а также санитарно-гигиеническую оценку воды водоема.

Географо-лимнологический блок аккумулирует метрические характеристики абиотической и биотической составляющей модели, которые закладываются в базу данных ландшафтной системы «водоем-водосбор». На основе материалов полевых и лабораторных исследований составляются ландшафтные карты озерно-бассейновой системы, в частности водосбора и водоема (озера, пруда, водохранилища или копани).

Центральное положение занимает *рыбохозяйственный блок*, к которому направляется информация составных блоков и элементов модели. Он включает картографические модели, ландшафтно- и лимнометрические, а также геоэкологические параметры системы «водоем-водосбор». Безусловно, ихтиолого-производственная составляющая здесь будет превалировать.

Обязательным юридическим документом, который дает право на рыбохозяйственное освоение водоема или группы водоемов, является *технико-экономическое обоснование* проекта. Обоснование включает кроме упомянутых материалов договор о комплексном использовании водоема, бизнес-план, расчеты капитальных вложений, потребности в основных средствах производства и трудовых ресурсах.

Селекционно-племенная работа в рыбном хозяйстве – наиболее ответственное звено, от уровня и качества которого зависят показатели продуктивности. Основной задачей селекционной работы является создание новых пород рыб, которые лучше усваивают корма и кормовые ресурсы водоема, более устойчивы к неблагоприятным факторам окружающей среды (дефициту кислорода, колебаниям температуры и др.), а также к паразитарным и инфекционным заболеваниям.

Важное место в рыбохозяйственном природопользовании занимает *логистический блок*. Здесь мы хотели бы акцентировать внимание на особенностях перевозки рыбопосадочного материала. Тара, в которой перевозят рыбу, должна отвечать санитарно-ветеринарным нормам и правилам. Следует учитывать сезон года, температурный и кислородный режим воды в перевозимой ёмкости. Разница температуры водоёма, куда выпускают посадочный материал, и воды в перевозимой таре не должна превышать 1-2 °С. Заключительным аспектом этого блока является поступление рыбной продукции в потребительскую сеть.

Выводы. Разработка моделей рыбохозяйственного природопользования для конкретных водоемов Западного Полесья важна в свете трансформации территориально-административного устройства Украины низового уровня. Научное технико-экономическое обоснование выделения озерно-бассейновых систем рыбохозяйственной специализации позволит привлечь трудоспособное сельское население к работе на рыбных промыслах и формированию СТРХ, что снизит уровень безработицы и повысит обеспеченность локальных территорий свежей рыбой.

Предлагаемая бассейновая модель водоемов дает возможность определить их пригодность для производственного использования, выбрать хозяйственное направление, подобрать наиболее продуктивные виды рыбы, разработать планы хозяйственных и санитарных мероприятий. Реальное воплощение такой бассейновой рыбохозяйственной модели будет способствовать сбалансированному природопользованию локальных территорий и рациональному использованию водоемов замедленного водообмена.

Література

- Беручашвили Н.Л., Жучкова В.К.* Методы комплексных физико-географических исследований. Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 320 с.
- Закон України «Про рибне господарство, промислове рибальство та охорону водних біоресурсів», від 08.07.2011 р., № 3677–VI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/3677-17> (Дата звернення: 11.02.2015).
- Закон України «Про аквакультуру» від 18.09.2012 № 5293–VI (вступив в силу 01.01.2013 р.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/5293-17> (Дата звернення: 11.02.2015).
- Збожинська О.В.* Гельмінтози ставових риб Західної України (поширення та вдосконалення заходів боротьби). Автореф. канд. дис. – Київ, 2014. – 22 с.
- Ільїн Л.В.* Озера та штучні водойми України: просторова диференціація та ресурси // Український географічний журн. – 2011. – № 3. – С. 27–32.
- Катюха С.М., Вознюк І.О.* Характеристика паразитарних комплексів у риб ставкових господарств Західного Полісся // Ветеринарна біотехнологія. – 2014. – № 25. – С. 27-29.
- Китаев С.П.* Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 394 с.
- Ковальчук И.П., Мартынюк В.А.* Методология и опыт ландшафтно-лимнологических исследований озерно-бассейновых систем Украины // География и природные ресурсы. – 2015. – № 3. – С. 182–190.
- Мартинюк В.О.* Ландшафтно-лімнологічний аналіз басейнової (озерної) геосистеми // Наукові записки Тернопіл. держ. пед. ун-ту. Сер. Географія. – Тернопіль, 1999. – № 2. – С. 29–36.
- Мартынюк В.А.* Конструктивно-географическое моделирование озерно-бассейновых систем рыбохозяйственного природопользования (на примере Украинского Полесья) // Геоэкологические проблемы современности. Докл. VII Междунар. науч. конф. (Владимир, 9-10 окт. 2015 г.) / Рус. географ. об-во; Владимирский гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых; Департамент образования Владим. обл. [и др.]. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. – С. 70–75.
- Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 18 березня 2013 року № 99 «Про затвердження Порядку розроблення паспорта водного об'єкта» / Зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 18 травня 2013 року № 775/23307 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0775-13> (Дата звернення: 12.02.2015).
- Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 16.12.2013 р. № 742 «Про затвердження порядку розроблення паспорта рибогосподарської технологічної водойми» / Зареєстровано в Міністерстві юстиції України від 11 січня 2014 року № 27/24804 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://darg.gov.ua/_nakaz_vid_16_12_13_742_pro_0_0_0_1447_1.html (Дата звернення: 12.02.2015).
- Сондак В.В.* Від новна іхтіоекологія природних водойм Західного Полісся України. – Рівне: Волинські обереги, 2008. – 296 с.
- Товстик В.Ф.* Рибництво: навч. посіб. – Харків: Еспада, 2004. – 272 с.

COMPLEX APPROACHES IN GEOGRAPHICAL DESIGN OF RESERVOIRS OF FISH INDUSTRY OF NATURE RESOURCES OF WESTERN POLESSYA IN UKRAINE

V.A. Martynyuk, A.B. Hrytsyk

Rovno State Humanitarian University, Rovno, Ukraine, martynyuk_ris@mail.ru: oles_hrytsyk@ukr.net

The approaches to the geographical design of reservoirs of fish industry of nature resources in Western Polessya in Ukraine are examined in the article. The model, offered by authors, includes structural blocks that consist of interrelated types of interdisciplinary researches, implementation of that allows to make a decision about using of water object with the productive aim and to develop the plans of it realization.

СОДЕРЖАНИЕ

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЭКТОПАРАЗИТОВ (HIRUDINEA: PISCICOLIDAE) КОТТОИДНЫХ РЫБ ОЗЕРА БАЙКАЛ

Е.Ю. Матвеевко¹, И.А. Кайгородова^{1,2}

¹Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, matveenko@lin.irk.ru; ²Иркутский государственный университет, Иркутск, irina@lin.irk.ru

Паразитофауна Байкала состоит из 300 видов, включая 28 видов пиявок (Pronin, 1998; Kaygorodova, 2012, 2013). Пиявки (Hirudinea) – это группа кольчатых червей. По последним данным, мировая фауна пиявок насчитывает более 680 видов. В частности, в оз. Байкал демонстрируется высокий уровень разнообразия пиявок (27 видов из 13 родов) и эндемизма как на уровне родов (31%), так и на видовом уровне (50%) (Kaygorodova, 2012, 2013; Kaygorodova, Mandzyak, 2014; Kaygorodova, Natyaganova, 2015). Эти виды приспособлены к жизни в холодной, чистой, насыщенной кислородом воде и паразитируют на эндемичных животных Байкала, в основном на коттоидных рыбах и амфиподах. Эктопаразиты оказывают негативное воздействие на здоровье хозяина, вызывая бделлез (Kaygorodova, Sorokovikova, 2014). Несомненно, изъязвление, кровоизлияние и воспаление, связанные с питанием паразита, могут predispose хозяев к бактериальным инфекциям. Есть свидетельства, что пиявки служат механическим вектором вирусов (Ahne, 1985; Faisal, Schulz, 2009), а также могут передавать хематоз, включая трематод, цестод и нематод (Демшин, 1975), и паразитарных жгутиковых (Khan, 1976).

Целью данной работы является верификация видовой принадлежности пиявок рода *Baicalobdella*, паразитирующих преимущественно на байкальских коттоидных рыбах.

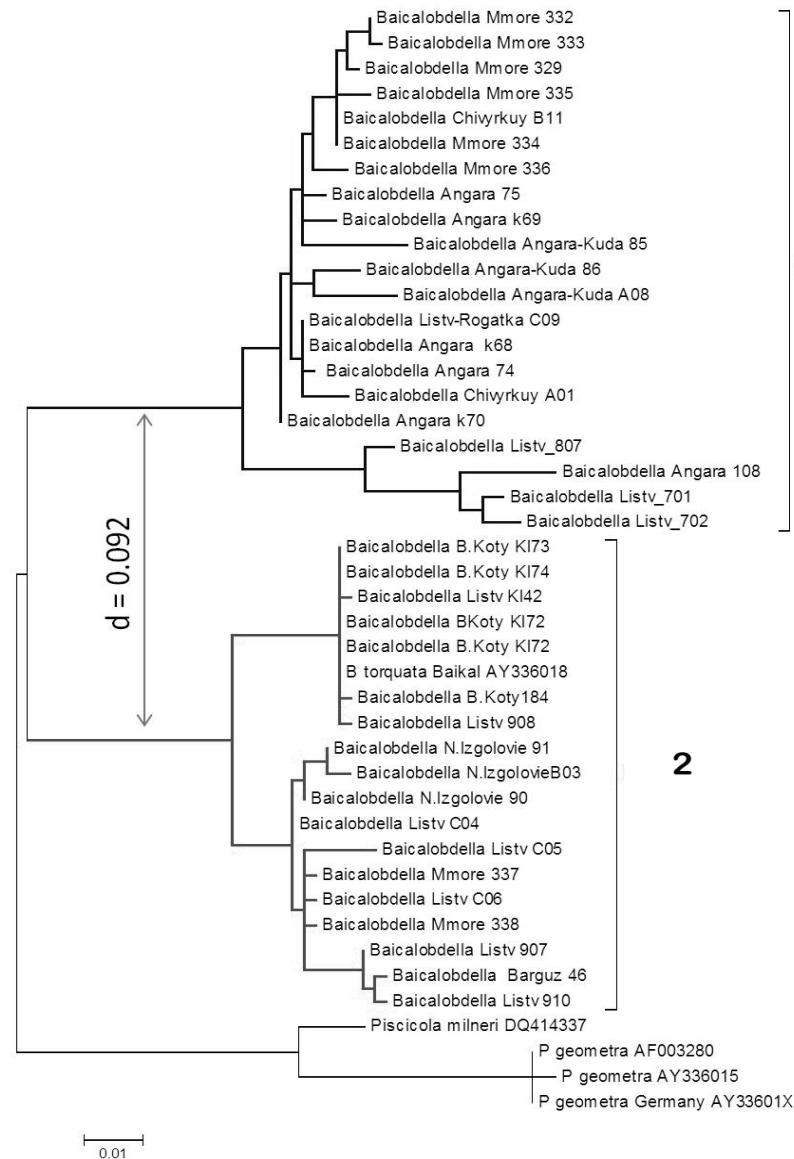
Изначально этот род включал два вида – *B. torquata* и *B. cottidarum*, паразитирующих на амфиподах и рогатковых рыбах соответственно. *B. cottidarum* был обнаружен профессором В. Догелем, известным русским зоологом, описание вида было опубликовано после его смерти (Догель, Боголепова, 1957). Позже этот вид был признан неоднозначным таксоном, поскольку молодой зоолог В. Эпштейн в своих работах отменил автономию *B. cottidarum*, усомнившись в его таксономической значимости, лишил его видового статуса, расширив диагноз вида *B. torquata* таким образом, что *B. cottidarum* стал его синонимом (Эпштейн, 1959, 1973). Соединение этих видов поддержал Е.И. Лукин (1976). Несмотря на то что В.М. Эпштейн позднее признал свою ошибку и вернул догелевскую байкалобделлу в списки видов (Эпштейн, 1987), тем не менее есть еще спорные точки зрения по поводу видового статуса этой пиявки, поскольку таксономическая значимость морфологических различий между "torquata" и "cottidarum" оценивается по разному (Лукин, 1976; Utevsky, Trontelj, 2004; Kaygorodova, 2013; Kaygorodova, Natyaganova, 2015).

В настоящей работе для решения сложных вопросов систематики этой группы мы применили комплекс современных молекулярных методов, получивших широкое распространение в последнее десятилетие. Использование методов молекулярной

экологии зачастую является единственно возможным способом, позволяющим разобраться в родственных связях таксонов и дать объективную оценку видового разнообразия в экологических исследованиях. Молекулярно-филогенетический анализ на основе сравнения фрагментов гена первой субъединицы митохондриальной цитохром *C* оксидазы (COI) является одним из инструментов современного направления молекулярной экологии. В данной работе мы попытались применить этот метод для верификации таксономической идентификации пиявок рода *Baicalobdella* Dogiel, 1957, обитающих в оз. Байкал.

Сбор биологического материала проводился во время экспедиций на оз. Байкал в 2011-2013 гг. Образцы байкалобделл отловлены в трёх котловинах озера: Чивыркуйский залив, Нижнее изголовье (Северный Байкал), Малое Море, Баргузинский залив (Средний Байкал) и залив Лиственничный, Б. Коты (Южный Байкал), а также в верхнем течении Ангары - единственной реке, вытекающей из Байкала. Найденные байкалобделлы сняты с амфипод (*Cornugammarus maximus*, *Eulimnogammarus verrucosus* и других неидентифицированных видов бокоплавов) и с бычков-подкаменщиков (*Paracottus kneri*, *Cottocomephorus grewingi*, *Cyphacottus megalops*). Материал фиксировался 80%-ным этанолом. Видовая принадлежность определена согласно существующим систематическим ключам (Лукин, 1976), а также по отдельным описаниям видов (Догель, 1957; Эпштейн, 1987). Экстракция ДНК проводилась фенол-хлороформным методом (Doyle et al., 1987). Фрагмент гена mtCOI амплифицирован с использованием праймеров, универсальных для большинства беспозвоночных (Folmer et al., 1994). Расшифровка первичной структуры ДНК осуществлена с помощью реакции секвенирования двухцепочечных продуктов амплификации (НПК «Синтол», Москва).

В ходе проведенного исследования определены нуклеотидные последовательности фрагмента гена mtCOI для байкальских рыбных пиявок, принадлежащих к двум экологическим группам, одна из которых паразитирует на амфиподах (21 экз.), а другая – на бычках-подкаменщиках (18 экз.). В качестве внешней группы приняты 5 гомологичных последовательностей рыбных пиявок из международного банка генетических данных: *B. torquata* (AY336018), *Piscicola milneri* (DQ414337), *P. geometra* (AF003280, AY336015 и AY336014). Выровненный с помощью программы CLUSTAL W (Larkin et al., 2007) набор генетических данных состоял из 44 нуклеотидных последовательностей длиной 709 п.н. На рисунке показано древо, отражающее филогенетические отношения байкальских рыбных пиявок. Межгрупповые генетические расстояния вычислены с использованием MEGA 6.0 (Tamura et al., 2013).



Древо с наибольшей вероятностью ветвления ($\ln = -1932.387$) на основе 44 нуклеотидных последовательностей байкальских пиявок рода *Baicalobdella*

Длины ветвей древа соответствуют количеству нуклеотидных замен на сайт.

Генетическая дистанция (d) между группами 1 и 2 указана над стрелкой

Эволюционная история была выведена при использовании метода максимального правдоподобия. Для оптимизации филогенетического анализа была выбрана Tamura-Nei модель молекулярной эволюции (Tamura, Nei, 1993), наиболее подходящая для анализа исследуемой выборки нуклеотидных последовательностей.

Нуклеотидные последовательности байкалобделл образуют две хорошо разошедшиеся филогенетические линии. Ветвь древа под номером 1 (см. рисунок) включает 21 последовательность пиявок, паразитирующих на байкальских амфиподах, обитающих в литорали озера. Эти пиявки строго соответствуют морфологическому описанию *B. torquata* sensu Grube, 1871. В состав этой группы входят особи, обитающие в разных частях озера, а также в верхнем течении р. Ангары. Филогенетическая ветвь № 2 состоит из последовательностей 18 особей, паразитирующих исключительно на байкальских бычках-подкаменщиках. Их внешняя морфология отличается и соответствует описанию отмененного вида *B. cottidarum* Dogiel, 1957. Состав второй филогенетической линии географически разнороден. Таким образом, исследуемая группа байкальских пиявок демонстрирует чёткую дивергенцию двух видов байкалобделл по характеру паразитирования, в частности, по предпочтению вида-хозяина, и морфологическим признакам. Такое группирование опровергает моноспецифичность рода *Baicalobdella* и поддерживает идею восстановления вида *B. cottidarum* (Эпштейн, 1987; Kaygorodova, 2013; Kaygorodova, Mandzyak, 2014; Kaygorodova, Nityaganova, 2015). Более того, генетическое расстояние (количество нуклеотидных замен на сайт) между группами *B. torquata* и *B. cottidarum*, равное $d = 0,092$, позволяет рассматривать их как два отдельных вида, так как расхождение свыше 3% ($d > 0.03$) признано достаточным для различения двух таксонов на видовом уровне (Hebert et al., 2003).

Авторы признательны И.В. Ханаеву, И.В. Клименкову, М.А. Агееву, Н.В. Сорокиной и А.В. Натягановой за ценный вклад в коллекцию образцов. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-04-00345_a).

Литература

- Демшин Н.И. Олигохеты и пиявки как промежуточные хозяева гельминтов. – Новосибирск: Наука, 1975. – 190 с.
- Догель В.А., Боголепова И.И. Паразитофауна рыб Байкала // Труды Байкал. лимнол. станции. – 1957. – № 15. – С. 446-452.
- Лукин Е.И. Пиявки. Том 1. Пиявки пресных и солоноватых водоемов. – Л.: Наука, 1976. – 484 с.
- Эпштейн В.М. О систематическом положении, образе жизни и происхождении эндемичной байкальской пиявки *Trachelobdella torquata* Grube // Докл. АН СССР. – 1959. – Т. 4. – С. 935-937.
- Эпштейн В.М. Диагнозы родов *Calliobdella*, *Trachelobdella*, *Limnotrachelobdella* и *Baicalobdella* (Hirudinea, Piscicolidae) и оценка таксономического значения использованных в них признаков // Зоол. журн. – 1973. – Т. 52 (3). – С. 332-341.
- Эпштейн В.М. Annelida // Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР / под ред. О.Н. Бауера. - 1987. – Т. 3. - Вып. 2. - С. 340-372.
- Ahne W. Argulus foliaceus L. and Piscicola geometra L. as mechanical vectors of spring viraemia of carp virus (SVCV) // J. Fish Dis. – 1985. – Vol. 8. – P. 241-242.
- Doyle J. et al. Preservation of plant samples for DNA restriction endonuclease analysis // Taxon. – 1987. – Vol. 36. – P. 715-722.

- Faisal M., Schulz C.A.* Detection of Viral Hemorrhagic Septicemia virus (VHSV) from the leech *Myzobdella lugubris* Leidy, 1851 // Parasite & Vectors. – 2009. – Vol. 2. – P. 45.
- Folmer O. et al.* DNA primer for amplification of mitochondrial cytochrom C oxidase subunit from diverse metazoan invertebrates // Mol. Mar. Biol. Biotech. – 1994. – Vol. 3. – P. 294-299.
- Hebert P. et al.* Biological identifications through DNA barcodes // Proc. R. Soc. Lond. Biol. Sci. – 2003. – Vol. 270 (1512) – P. 313-321.
- Kaygorodova I.A.* A revised checklist of the Lake Baikal leech fauna // Lauterbornia. – 2012. – Vol. 75. – P. 49–62.
- Kaygorodova I.A.* An illustrated checklist of leech species from Lake Baikal (Eastern Siberia, Russia) // Data set Papers in Biology. - 2013. - Article ID 261521. – 4 p.
- Kaygorodova I.A., Pronin N.M.* New records of Lake Baikal leech fauna: species diversity and spatial distribution in Chivyrkuy Gulf // The Scientific World Journal. – 2013. – Article ID 206590. - 10 p.
- Kaygorodova I.A., Mandzyak N.B.* Molecular phylogeny of Siberian Glossiphoniidae (Hirudinea) // Molecular Biology. – 2014. – T. 48. - № 3. – P. 452-455.
- Kaygorodova I.A., Sorokovikova V.N.* Mass leech infestation of sculpin fish in Lake Baikal, with clarification of disease-prone species and parasite taxonomy // Parasitology International. – 2014. – № 63 – P. 754–757.
- Kaygorodova I.A., Nasyaganova A.V.* Karyotype characterization of an endemic piscine leech from Lake Baikal, with resumption of *Baicalobdella cottidarum* Dogiel, 1957 (Piscicolidae, Hirudinea) // Archives of Biological Sciences. – 2015. – Vol. 67. – P. 1405-1410.
- Khan R.A.* The life cycle of *Trypanosoma murmanensis* Nikitin // Can. J. Zool. – 1976. – Vol. 54. – P. 1840-1949.
- Larkin M. et al.* Clustal W and Clustal X version 2.0 // Bioinformatics. – 2007. – Vol. 23. – P. 2947-2948.
- Pronin N.M.* List of parasitofauna species // In: Kozhova O.M., Izvest'eva L.N., editors. Lake Baikal: evolution and biodiversity. - Leiden: Blackhuys Publishers. – 1998. – P. 419–447.
- Tamura K., Nei M.* Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees // Molecular Biology and Evolution. – 1993. – Vol. 10. – P. 512-526.
- Tamura K. et al.* MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0 // Molecular Biology and Evolution. – 2013. – Vol. 30. – P. 2725-2729.
- Utevsky S.Y., Trontelj P.* Phylogenetic relationships of fish leeches (Hirudinea, Piscicolidae) based on mitochondrial DNA sequences and morphological data // Zool. Scr. – 2004. – Vol. 33. – P. 375-385.

MOLECULAR IDENTIFICATION OF ECTOPARASITES (HIRUDINEA: PISCICOLIDAE) INFECTING COTTOID FISH OF LAKE BAIKAL

E.Yu. Matveenko¹, I.A. Kaygorodova^{1,2}

¹ *Limnological Institute SB RAS, Irkutsk, matveenko@lin.irk.ru; ² Irkutsk State University, Irkutsk, irina@lin.irk.ru*

In this paper, the taxonomic status of leeches parasitizing mainly endemic Baikal cottoid fishes was verified using methods of molecular systematics. Analysis was based on comparison of the first subunit of mitochondrial cytochrome *C* oxidase partial gene sequences serving as universal DNA barcode for invertebrates. Molecular phylogenetic analysis of 39 Baikal endemic piscine ectoparasites revealed that two Baikal species have unique DNA sequences, which during their evolution have accumulated sufficient number of nucleotide substitutions to be separate species. The studied group of Baikal parasitic leech demonstrates a clear divergence of the two *Baicalobdella* species in host preference, as well as in morphological and genetic characteri.

СОДЕРЖАНИЕ

ИНFUЗОРИИ ВОТКИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

М.С. Мелехин

ФГБНУ «ГосНИОРХ», Санкт-Петербург, niorh@niorh.ru

Введение и обзор литературы

Современный анализ функционирования пресноводных экосистем и попытки создания их адекватных моделей показывают, что значительная часть потока энергии проходит через многочисленную и представительную группу простейших – свободноживущих инфузорий. Последние играют важную роль в сообществах гидробионтов, создавая основу кормовой базы для многих организмов (Жариков, 1996).

Целью данной работы было изучение таксономического состава, количественного развития и структуры сообществ планктонных инфузорий как в мелководной, так и в глубоководной зонах Воткинского водохранилища.

В рамках этой цели необходимо было решить ряд задач:

- установить таксономический состав инфузорий данного водохранилища и проследить его пространственные изменения;
- определить количественные показатели развития сообществ цилиат;
- рассмотреть распределение сообществ инфузорий по районам и зонам водохранилища;
- определить трофическую структуру сообществ планктонных инфузорий.

Сведения о составе свободноживущих инфузорий водохранилищ Волги и Камы малочисленны. И если для каскада волжских водохранилищ имеются опубликованные данные по качественному составу и распределению инфузорий, то цилиологические исследования водохранилищ Камы крайне скудны.

Первые материалы по инфузориям Воткинского водохранилища были получены З.М. Мыльниковой в августе 1987 г. (Мыльникова, 1990). Было обнаружено и определено лишь несколько массовых видов планктонных инфузорий.

В 2009 и 2012 гг. сотрудниками лаборатории экологии простейших и микроорганизмов ИЭВБ РАН (г. Тольятти) была исследована мелководная зона Камского каскада водохранилищ и незарегулированного участка р. Камы.

По сведениям В.В. Жарикова и С.В. Быковой (2012), к 2009 г. в камских водохранилищах зарегистрировано 102 вида свободноживущих инфузорий (15 из них с частотой встречаемости больше 50%): в Камском – 58 видов, в Воткинском – 63, в Нижнекамском – 65 и в камской ветви Куйбышевского водохранилища – 43 вида.

Общая характеристика Воткинского водохранилища

Воткинское водохранилище образовано в 1962 г. на р. Каме в результате сооружения плотины Воткинской ГЭС ниже устья р. Сайгатки. Наполнение до НПГ (89.0 м абс.) произошло в 1964 г. Подпор от плотины распространился вверх по течению р. Камы более чем на 300 км. Водохранилище представляет собой узкий водоем со значительной извилистостью, особенно в центральной и верхней частях; по своим очертаниям и морфологическим особенностям оно относится к простому типично долинному типу. Площадь водохранилища – 1120 км² (Матарзин, Мацкевич, 1970).

В водохранилище выделяется только один плес – Камский, по особенностям гидрологического режима подразделяющийся на два района: от нижнего бьефа Камской ГЭС до г. Осы (узкий участок, характеризующийся переменным подпором и влиянием попусков Камской ГЭС) и от г. Осы до плотины Воткинской ГЭС (наиболее глубокая и широкая часть водохранилища с постоянным подпором в течение всего года). По особенностям морфологии и морфометрии Воткинское водохранилище разделено на 3 района: верхний, средний, приплотинный (Матарзин, Мацкевич, 1970).

Материалы и методы

Материалом для данной работы послужили 18 интегрированных проб цилиофауны, собранных в период с 18 по 21 августа 2014 г. на Воткинском водохранилище в ходе экспедиции Пермского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ». Протозоологические пробы были отобраны на 9 разрезах, приуроченных к следующим населенным пунктам: Нижние Мулы, Усть-Качка, Новоильинский, Усть-Нытва, Оханск, Оса, Частые, Елово и Чайковский (рис. 1).

На каждом разрезе выделялось две станции: в мелководной (до 2.0 м) и глубоководной (более 7,5 м) зонах.

Отбор проб производился батометром (объемом 1 л) с горизонтов 0-2-4-6-8-10 м и далее через каждые 5 м, затем отобранную пробу фильтровали при помощи газа № 36 (во избежание попадания в пробу хищных ракообразных), сливали в общую ёмкость и перемешивали. После чего из отобранной пробы брали 300 мл, выливали в воронку для фильтрования с мембранным фильтром № 6 (диаметр пор – 10 мкм) и фильтровали на колбе Бунзена самотеком (без вакуума) до объема 9 мл. В заранее подготовленную пробирку с 1 мл сулемы (HgCl₂) выливали полученный фильтрат для фиксации материала (Ротарь, 1995).

В полевой дневник записывались сведения о гидрологических, морфометрических, гидрохимических (рН и содержание CO₂) и температурных показателях. Концентрацию растворенного в воде кислорода измеряли при помощи оксиметра Hanna Instruments HI 9146, рН – кондуктометра Hanna Instruments HI 98130.

Дальнейшая обработка материала проводилась в лаборатории экологии простейших и микроорганизмов Института экологии Волжского бассейна РАН (г. Тольятти).

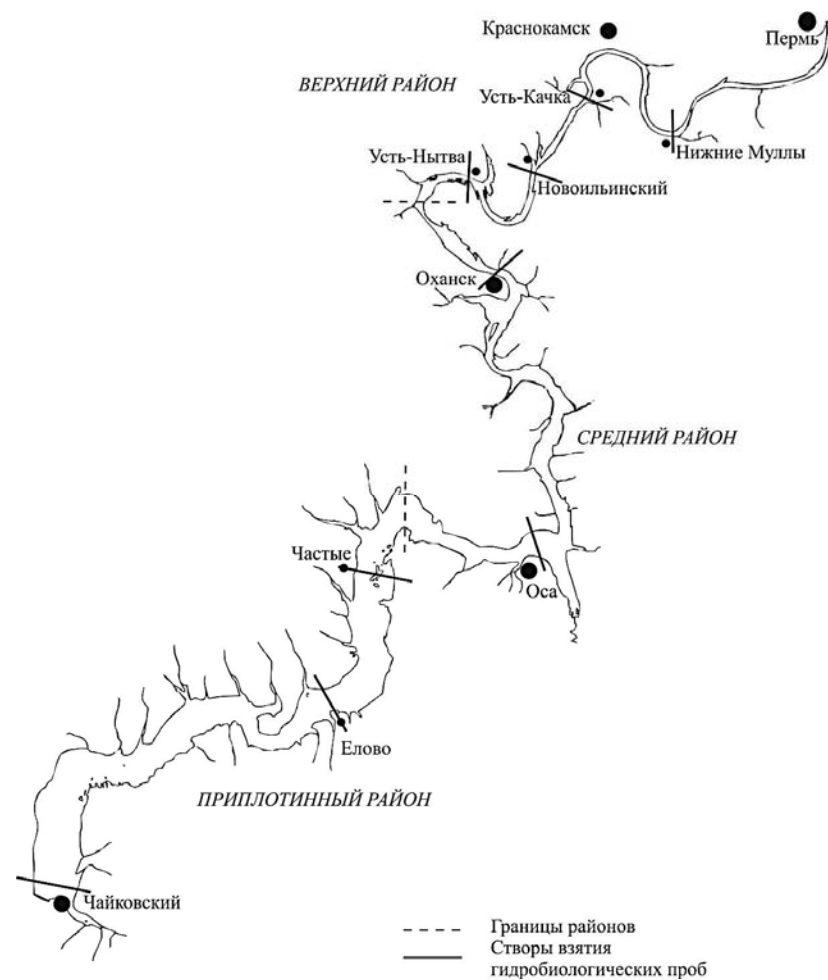


Рисунок 1. Карта-схема расположения разрезов на Воткинском водохранилище

Фиксированную пробу центрифугировали (по 15-20 сек. при 1 тыс. об./мин.), отмывая 1М раствором хлорида кальция (CaCl_2), предотвращающего склеивание частиц в пробе. Оставшийся осадок (5-10 мкл) помещали на предметное стекло в виде капли, подсушивали в термостате при температуре 40 °С до полного высыхания. На высохший осадок наносили небольшую каплю глицерина,

выдерживали около 1 мин., а затем легко (без нажима) перемешивали тонкой стеклянной иглой Г-образной формы. Препарат накрывали чистым обезжиренным покровным стеклом 24х24 мм.

Учет численности и видовая идентификация инфузорий проводились на сулеймовых препаратах под микроскопом с фазовым контрастом с использованием определителей Фойсснера (Foissner et al., 1999) и Каля (Kahl, 1930-1935).

Размеры цилиат определяли с помощью микрометра. Для установления массы животных их тела соотносили с геометрическими фигурами, после чего определялся объем. Масса вычислялась с учетом плотности клетки примерно равной 1 г/см³.

На основании полученных результатов рассчитывались численность и биомасса инфузорий в 1 м³.

Деление инфузорий на трофические группы проводили согласно классификации, предложенной В.В. Жариковым (1996).

Результаты исследований

Летом 2014 г. в Воткинском водохранилище было зафиксировано 60 таксонов инфузорий рангом от рода и ниже.

Массовыми таксонами на всем водохранилище, имеющими встречаемость более 60%, являются *Rimostrombidium* spp. (обычные для водоемов стоячего типа и, скорее всего, поступившие в верхний район из вышележащего приплотинного района Камского водохранилища, гидродинамика которого приближается к озерной (Мацкевич, 2004)) и *Codonella cratera*. Помимо них часто отмечаются (встречаемость более 20%) *Askenasia* spp., *Urotricha* spp. и Tintinnidae gen. sp.

Наибольшее таксономическое разнообразие – 34 таксона - зарегистрировано в верхнем районе водохранилища. Количество таксонов в мелководной и глубоководной зонах на разрезах Усть-Качка, Новоильинский и Усть-Нытва варьировало от 16 до 34.

В среднем районе число таксонов снижается до 16, на каждой станции отмечается от 16 до 20 таксонов.

Приплотинный район также не отличается таксономическим богатством (9-19 таксонов). В мелководной зоне зарегистрировано от 9 до 17, а в глубоководной – от 17 до 19 таксонов. Состав фауны инфузорий Воткинского водохранилища в 2014 г. включал в себя некоторые виды инфузорий, не обнаруженные при предыдущих исследованиях либо встречающиеся крайне редко. Так, впервые в каскаде камских водохранилищ зарегистрирован *Dinophrya liberkuhni* (правобережное мелководье разреза Новоильинский) (рис. 2). Отмечено единичное присутствие рода *Bryophyllum*, скорее всего, поступившего из вышерасположенного Камского водохранилища, в котором встречается большое количество представителей болотной цилиофауны. *Histiobalantium bodamicum* впервые был обнаружен в Камском каскаде водохранилищ в 2012 г. (Жариков, Быкова, 2012). Летом 2014 г. вид отмечается на всем протяжении Воткинского водохранилища.

В верхнем районе водохранилища был зарегистрирован *Pelagovorticella mayeri*, являющийся достаточно редким видом для Волжского-Камского каскада. Единичными находками стали *Rhabdoaskenasia minima*, *Monodinium* sp. и *Colpoda cucullus*. В среднем и приплотинном районах были зарегистрированы расселительные стадии *Peritricha* (группа инфузорий перифитона).



Рисунок 2. *Dinophrya liberkuhni*, DIC темное поле 87×70 мкм

Следует отметить, что находки редко встречающихся видов приурочены к районам сопряжения соседних водохранилищ. Болотная и лимнофильная цилиофауна, поступающая из вышележащего Камского, оказывает влияние на планктонные сообщества инфузорий верхнего и в какой-то степени среднего района Воткинского водохранилища. Своеобразный гидрологический режим приплотинного района, его антропогенная загруженность и связь с Нижнекамским водохранилищем также создают отличный от других районов состав цилиопланктона. Данные предыдущих исследований (Жариков, Быкова, 2012; Быкова, Жариков, 2014) подтверждают сходство состава фаун смежных районов водохранилищ.

Сходство видового состава отдельных разрезов значительно (коэффициенты Серенсена варьируют от 0,41 до 0,89; среднее значение между разрезами равно 0,65).

Видовое сходство закономерно уменьшается при сравнении удаленных разрезов. Наибольшим показателем индекса Серенсена отличался средний район водохранилища и прилегающие к нему разрезы верхнего (Усть-Нытва) и приплотинного (Частые) районов. Величина сходства составляла от 0,80 до 0,89.

Летом 2014 г. средняя биомасса планктонных инфузорий в Воткинском водохранилище составила 18,35 мг/м³ при численности 905,59 тыс. экз/м³ (см. таблицу).

Распределение численности и биомассы инфузорий в Воткинском водохранилище летом 2014 г.

Район	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	1363,7	33,6	649,35	24,67	1006,53	29,14
Приплотинный	455,24	6,18	949,47	12,21	702,36	9,2
В среднем по водохранилищу	895,82	17,80	915,34	18,90	905,59	18,35

Примечание. N- численность (тыс. экз/м³), B – биомасса (мг/м³).

Основу биомассы и численности составляли доминирующие виды. Большой вклад в биомассу также вносили инфузории, имеющие существенный индивидуальный вес: *Paradileptus conicus*, *Rimostrombidium lacustris*, некоторые виды *Spathidium* spp., *Urotricha* spp. и др.

В распределении цилиофауны по отдельным разрезам Воткинского водохранилища можно отметить следующее.

Численность инфузорий мелководной зоны правого берега изменялась скачкообразно: ниже плотины Камской ГЭС, в районе Нижних Мулов, количество инфузорий было минимальным (199,8 тыс. экз/м³), что может быть связано с постоянными изменениями уровня воды в верхнем районе водохранилища.

С продвижением вниз по течению этот показатель увеличился в 5,3-8,2 раза. Однако на границе верхнего и частично в среднем районе численность инфузорий резко снизилась (более чем в 2 раза). Ниже г. Оса был отмечен резкий пик. Причиной такого скачка численности цилиат стало преобладание в сообществе *Pseudohaplacaulus* sp., который в значительных количествах отмечен только на данном разрезе. В приплотинном районе вновь наблюдалось снижение численности.

Показатели численности инфузорий в глубоководной зоне, в основном, повторяют изменения, происходившие с сообществами в мелководной зоне. Однако существенных скачков количественного развития, как в мелководной зоне, не наблюдалось.

Распределение биомассы инфузорий практически полностью повторяет распределение численности, поскольку основу биомассы составляют виды-доминанты, находящиеся в сообществах в большом численном преимуществе по сравнению с другими видами.

Трофическая структура сообщества инфузорий Воткинского водохранилища летом 2014 г. изменялась незначительно.

Роль бактерио-детритофагов велика на всем протяжении водохранилища (41,4-89,1%), однако с продвижением вниз по течению Воткинского водохранилища вклад их в общую численность увеличивается (особенно в приплотинном районе), что связано с накоплением органического вещества в донных отложениях (рис. 3). Такая же тенденция была отмечена в работах лаборатории экологии простейших и микроорганизмов ИЭВБ РАН (Жариков, Быкова, 2012; Быкова, Жариков, 2014).

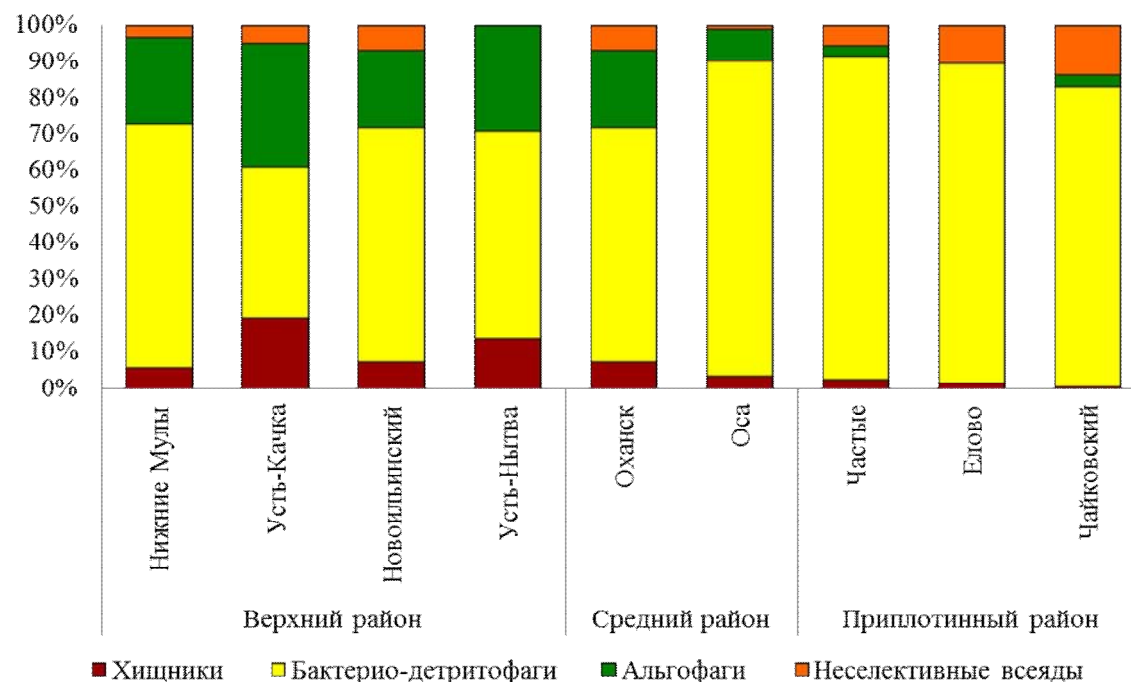


Рисунок 3. Трофическая структура сообщества планктонных инфузорий Воткинского водохранилища летом 2014 г.

Выводы

Летом 2014 г. в планктоне Воткинского водохранилища было обнаружено 60 таксонов инфузорий рангом от рода и ниже. Наиболее богатое таксономическое разнообразие отмечено в верхнем районе водохранилища (34 таксона) за счет инфузорий, поступающих из Камского водохранилища. Мелководная и глубоководная зоны водоема имели сходные показатели видового богатства на большинстве исследованных участков. Впервые в каскаде камских водохранилищ зарегистрирован *Dinophrya liberkuhni*; 4 вида инфузорий являются редкими для водохранилищ Волжско-Камского каскада.

Летом 2014 г. средняя биомасса планктонных инфузорий в Воткинском водохранилище составила 18,35 мг/м³ при численности 905,59 тыс. экз/м³. Численность в верхнем и среднем районах была примерно одинаковой, наибольшие значения биомассы отмечены в среднем районе; приплотинный характеризовался минимальным количественным развитием инфузорий. Основными доминантами как по численности, так и по биомассе практически на всей акватории водохранилища являлись *Rimostrombidium* spp. и *Codonella cratera*. Большой вклад в биомассу также вносили *Paradileptus conicus*, *Rimostrombidium lacustris*, *Spathidium* spp. и *Urotricha* spp., имеющие существенный индивидуальный вес. По величине индекса сапробности (1,94) Воткинское водохранилище относится к водоемам β-мезосапробного типа.

В трофической структуре сообществ инфузорий летом 2014 г. преобладали бактерио-детритофаги, численность которых увеличивалась по направлению к приплотинному району. Роль инфузорий-альгофагов, наоборот, становилась менее значительной с продвижением вниз по течению, что связано с массовым развитием синезеленых водорослей. Группа хищников повторяла изменения альгофагов, поскольку последние являются их основной пищей. Наибольшее количество неселективных всеядов наблюдалось в приплотинном районе. Роль специфической группы инфузорий-миксотрофов существенно снижалась с продвижением вниз по течению.

Литература

Быкова С.В., Жариков В.В. Инфузории мелководной зоны водохранилищ Камского каскада и притоков Камского водохранилища в период весеннего половодья // Изв. СНЦ РАН. - 2014. - Т. 16. - № 5. - С. 244-252.

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.

Матарзин Ю.М., Мацкевич И.К. Вопросы морфометрии и районирования водохранилищ // Вопр. формирования водохранилищ и их влияние на природу и хозяйство. – Пермь: изд. Пермск. гос. ун-та, 1970. - Вып. 1. - С. 92-111.

Мацкевич И.К. Скоростной режим // Актуальные вопросы гидрологии и гидрохимии Камского водохранилища. – Пермь: изд. Пермск. гос. ун-та, 2004. - С. 85-93.

Мыльникова З.М. Планктонные инфузории камских водохранилищ // Биология внутренних вод. Информ. бюл. - Л.: Наука, 1990. - № 86. - С. 38-41.

Ротарь Ю.М. Планктонные инфузории Куйбышевского водохранилища. Канд. дис. - СПб., 1995. - 161 с.

Foissner W., Berger H., Schaumduerg J. Identification and Ecology of Limnetic Plankton Ciliates. Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft. – 1999. – Hf. 3/99 – 793 p.

Kahl A. Urtiere oder Protozoa. 1. Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria) // Die Tierwelt Deutschlands. Teil. 18, 21, 25, 30. – Jena, 1930-1935. – S. 1-886.

CILIATES OF VOTKINSK RESERVOIR

M.S. Melekhin

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Saint-Petersburg, niorh@niorh.ru

Ciliates play an important role in aquatic communities, creating the basis fodder for many organisms. The aim of this paper was to study the taxonomic composition, quantitative development and community structure of planktonic ciliates both shallow and deep water areas of the Votkinsk reservoir. Data about the composition of free-living ciliates reservoirs of the Volga and Kama few. The first data about ciliates of Votkinsk reservoir were obtained of Mylnikova in August 1987. It has been found and identified a few of mass species of plankton ciliates. In the summer of 2014 ciliates 60 taxa have been described in the Votkinsk reservoir rank of genus and below.

СОДЕРЖАНИЕ

УДК 639.371/.374

**К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕСТА «ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ»
ДЛЯ ОЦЕНКИ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ГРУПП ТИЛЯПИИ (*OREOCHROMIS* SP.)**

Д.В. Михайличенко¹, А.М. Тихомиров², И.П. Степанова¹, Б.М. Куркембаева¹

¹ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет», Астрахань, kafavb@yandex.ru

²ООО ИНПП «ИНТОС», Ростов-на-Дону

Раннее созревание и короткий нерестовый цикл делают тилapia удобным модельным объектом для отработки методики «открытое поле». Методика может использоваться для оценки ремонтно-маточных стад культивируемых видов. Тест «открытое поле» позволяет оценить нейрофизиологический статус, на который влияют циркадные ритмы, связанные с фотопериодом и освещенностью. Интенсивность освещения и фотопериод влияют на рост и развитие рыб, на эффективность использования корма, гематологические показатели. Методика «открытое поле» предназначена для наблюдения и измерения поведенческих реакций рыб и последующей оценке реактивности нервной системы. Рыбу оценивают по реакции на раздражители, которая проявляется в изменении двигательной активности. В отношении тилapia методика «открытое поле» ранее не применялась, и отсутствуют данные о параметрах методики: сроках ориентировочной и фоновой активности, сроках воздействия раздражителями и сроке необходимого отдыха между экспозициями, а также неизвестны параметры раздражителей (световых, звуковых, электрических), которые можно использовать для оценки статуса тилapia. Для оценки ремонтных групп тилapia имеет значение звук с частотой 1500 Гц. Световые раздражители 100, 1000 и 5600 лк не могут применяться для оценки ремонтно-маточного стада тилapia. Для проверки начальной гипотезы и установления параметров методики «открытое поле» для тилapia необходимо проведение дальнейших экспериментов с рыбой, выращенной в благоприятных условиях.

Введение

Тилapia является перспективным видом для тепловодной аквакультуры благодаря короткому циклу размножения, быстрому росту как на естественных, так и на искусственных кормах, устойчивости к стрессу и болезням, высоким вкусовым качествам и питательной ценности (Teichert-Coddington et al., 1997; El-Sayed, 2006; Привезенцев, 2008). Чувствительность тилapiй к низкой температуре (ниже 20 °С) ограничивает их культивирование в естественных водоемах, что требует разведения в более теплых областях (Shelton, 2006) или в условиях индустриального рыбоводства в садках или бассейнах с использованием теплых сбросных вод энергетических объектов, или в установках с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ).

Распространение тилляпии в аквакультуре приведет к необходимости оценки существующих и создаваемых ремонтно-маточных стад (РМС). С другой стороны, раннее созревание и короткий нерестовый цикл делают тилляпию удобным модельным объектом для отработки методики «открытое поле». Данная методика может использоваться для оценки РМС уже широко культивируемых видов: осетровых, лососевых, карповых.

С помощью методики «открытое поле» оценивают нейрофизиологический статус, на который существенное влияние оказывают циркадные ритмы, связанные с фотопериодом и освещенностью (Биологические ритмы, 1984). По нашим многочисленным наблюдениям, на предприятиях с УЗВ не уделяют внимания режимам освещенности и фотопериоду, в отличие от других факторов среды (азотная группа, кислород, температура воды, кормление).

При отработке методики «открытое поле» для тестирования РМС возникают вопросы, какие показатели реакции нервной системы рыб считать нормой, какие показатели внешних факторов считать нормой, как определить эту норму для данного вида рыб в условиях, когда невозможно провести эксперименты в природной среде.

Обзор литературы

У рыб существуют внутренние механизмы, обуславливающие характер суточной двигательной активности, большую мобильность этого ритма и способность рыб реагировать на различные изменения освещенности. Для каждого вида характерен оптимальный диапазон освещенности и фотопериод, благоприятно влияющие на обменные процессы. Молодь и старшие возрастные группы, выращиваемые при оптимальных колебаниях освещенности, обладают большей устойчивостью к условиям среды. В случае нарушения фотопериода и интенсивности освещенности ухудшаются гематологические показатели (Власов и др., 2013).

Наибольший прирост молоди осетра получен при переменной суточной освещенности от 200 до 1 000 лк (Ручин, 2001), молоди тилляпии с 8-16-часовым световым периодом - при освещенности в пределах 700-2800 лк (Власов и др., 2013), клариевого сома - с 10-часовым световым периодом (Kilambe et al., 1970), дальневосточных лососей - при колеблющемся суточном фотопериоде, близком к естественному.

В переменном режиме освещенности (1800 ± 500 лк) потребление кислорода и интенсивность дыхания молоди тилляпии уменьшались на 11,9% по сравнению со стационарным режимом освещенности (1800 лк). В первом случае кормовой коэффициент составлял 3,7, во втором - 4,6. В обоих случаях длительность режима освещенности была равна 12 ч. Эффективность использования пищи в переменном режиме освещенности возрастала на 40–45% (Костюрина, Мельник, 2011). Результаты экспериментов подтвердили концепцию экологического оптимума, выдвинутую А.С. Константиновым (1997), согласно которой астатичность факторов среды в оптимальных пределах является действительной нормой для организма рыб (Ручин, 2000).

Другие авторы установили, что при выращивании тилляпии в бассейнах оптимальным является диапазон освещенности от 700 до 2800 лк и фотопериод от 8 до 16 ч. Наибольшая относительная скорость роста была при освещенности 2800 и 1400 лк и составляла, соответственно, 136,1 и 137,3%, а наименьшая - в вариантах с затемнением и с освещенностью 5600 лк - 135,5%. Наибольшая скорость роста обнаружена при фотопериоде 16/8 (свет/темнота) - 177,6%. При круглосуточном освещении скорость роста тилляпии заметно снижалась. Авторы отмечают, что освещенность и фотопериод не оказывают существенного влияния на эффективность использования

корма. В условиях круглосуточного затемнения происходило не только снижение скорости роста, но и повышение затрат корма (1,3 против 1,1 при освещенности 700-5600 лк). Увеличение интенсивности освещения до 5600 лк и продолжительности фотопериода до 16-24 ч приводило к снижению выживаемости, потребления кислорода, повышению показателя реакции оседания эритроцитов (Зобова, 2004).

Материал и методы исследований

Объектом исследования послужили две возрастные группы нильской тиляпии (*Oreochromis* sp.): производители, завезенные в 2014 г. из ВНИИПРХ и полученные от них ремонтные рыбы. Экспериментальные работы проводили на базе Инновационного центра «Биоаквапарк – НТЦ аквакультуры» ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет». Для содержания рыб использовали аквариумы объемом 400 л с искусственной аэрацией, фильтрацией и подогревом. Освещенность измеряли люксметром Ю-116.

Методика «открытое поле» предназначена для наблюдения и измерения поведенческих реакций рыб в минимально структурированной среде и последующей оценке реактивности нервной системы. Рыбу оценивают по реакции на внешние раздражители, которая проявляется в увеличении или уменьшении двигательной активности. Ее величину определяют по усредненному количеству пересечений рыбой линий координатной сетки, нанесенной на дно экспериментальной установки, при слое воды 2-10 см в зависимости от размеров рыбы (Никоноров, Витвицкая, 1993). Согласно авторам, среднее количество пересечений координатных линий за первые 3 мин. после помещения молоди осетровых или лососевых рыб в новую обстановку характеризует их ориентировочную активность (ОА, ед./мин). Адаптация молоди осетровых рыб к новой обстановке занимает не более 3 мин., после чего ее двигательная активность выходит на относительное плато. Среднее количество пересечений координатных линий каждой рыбой за период с 4-й по 7-ю мин. опыта рассматривали как фоновую активность (ФА, ед./мин).

В отношении тиляпии отсутствуют какие-либо данные о сроках ориентировочной и фоновой активности. В основе наших экспериментов лежит гипотеза, согласно которой сроки ориентировочной и фоновой активности тиляпии приходятся на первые 3 мин. и период с 4 по 7 мин. соответственно.

Начиная с 7,5 мин. на рыбу воздействовали звуковым или световым раздражителем (P1), длительность воздействия 1 мин., затем следовал «отдых» длительностью 1,5 мин. Далее включали раздражители P2 и P3, чередуемые с периодом «отдыха».

Фоновая освещенность при эксперименте со звуковыми раздражителями составляла 2800 лк, со световыми раздражителями в периоды ОА, ФА и отдыха также была равна 2800 лк. Температура воды +25 °С.

Среднюю двигательную активность рыб в ответ на раздражители P1, P2, P3 оценивали как реактивность (Р, ед./мин.) и рассчитывали как среднее арифметическое суммы реактивностей (ед./мин.), измеренных у 10 шт. тестируемых рыб (см. таблицу).

Схема эксперимента

Группы рыб, шт.	Раздражители					
	Звуковой сигнал, Гц			Освещенность, лк		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
	40	600	1500	100	1000	5600
Производители	10			10		
Ремонтная группа	10			10		

Результаты опытов обработаны статистически. Достоверность различий между ориентировочной (ОА) и фоновой активностью (ФА), а также между фоновой активностью (ФА) и реактивностями (P1, P2, P3) устанавливали с использованием t-критерия Стьюдента (Лакин, 1990).

Результаты исследований

Результаты исследований представлены на рис. 1-8.

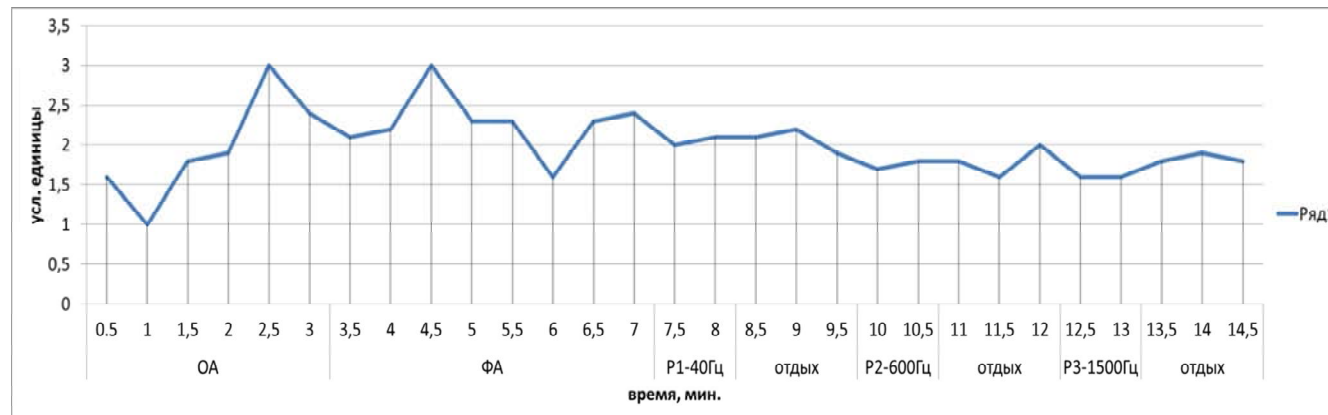


Рисунок 1. Результаты теста «открытое поле» при воздействии звуковыми раздражителями на ремонтную группу тилпии (*Oreochromis sp.*)

Достоверные различия обнаружены только при сравнении фоновой активности (ФА) и реактивности (P3), следовательно, для оценки статуса ремонтных групп тилпии имеет значение звуковой раздражитель P3 с частотой 1500 Гц.

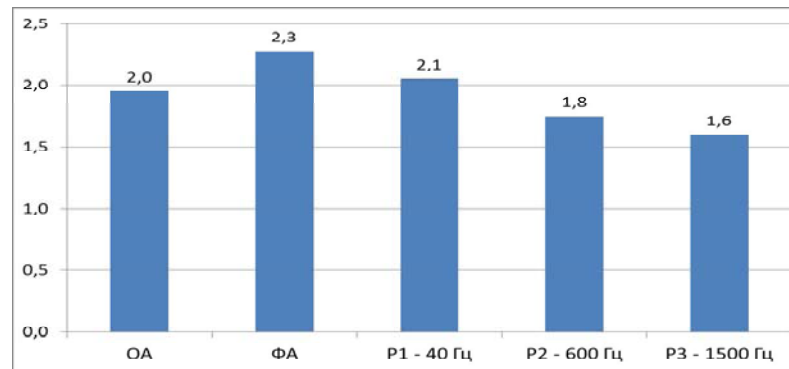


Рисунок 2. Реактивность (ед./мин.) при воздействии звуковыми раздражителями на ремонтную группу тилипии (*Oreochromis* sp.)

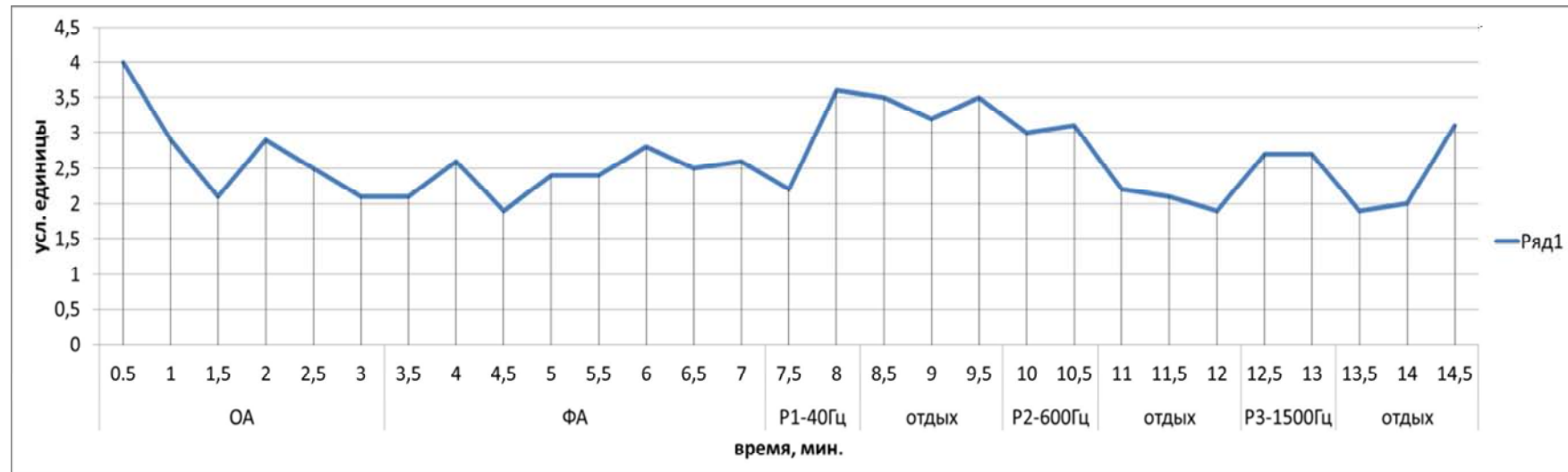


Рисунок 3. Результаты теста «открытое поле» при воздействии звуковыми раздражителями на производителей тилипии (*Oreochromis* sp.)

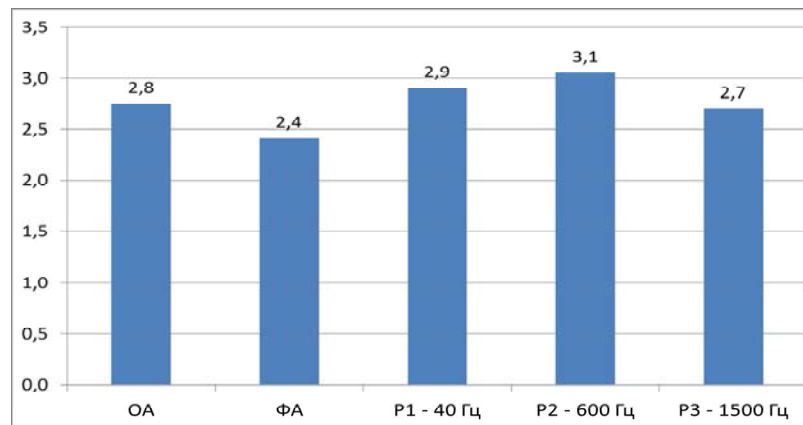


Рисунок 4. Реактивность (ед./мин.) при воздействии звуковыми раздражителями на производителей тилляпии (*Oreochromis* sp.)

Достоверные различия при сравнении фоновой активности (ФА) и реактивностей (P1, P2, P3) не обнаружены. Следовательно, для оценки статуса производителей тилляпии звуковые раздражители с частотами 40, 600 и 1500 Гц не имеют значения.

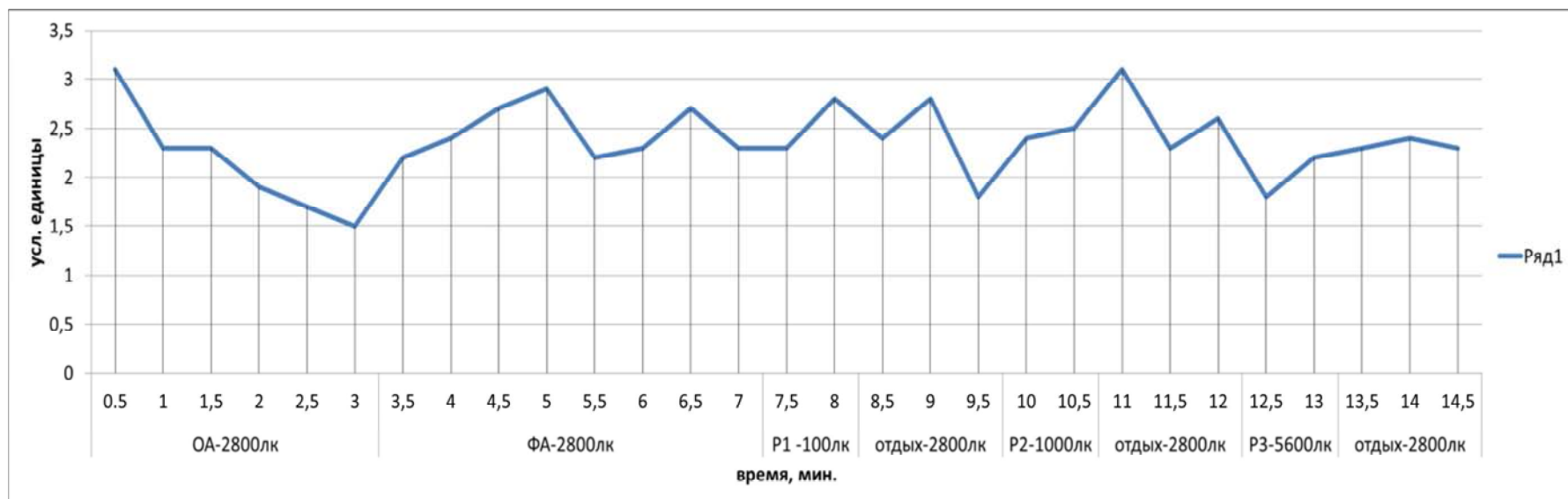


Рисунок 5. Результаты теста «открытое поле» при воздействии световыми раздражителями на ремонтную группу тилляпии (*Oreochromis* sp.)

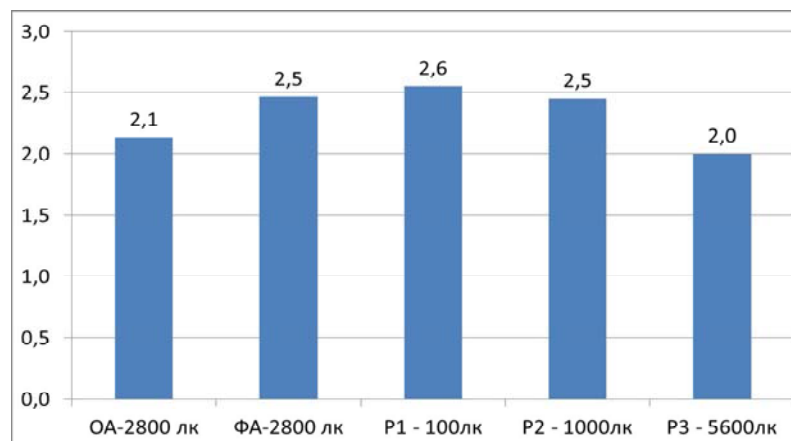


Рисунок 6. Реактивность (ед./мин.) при воздействии световыми раздражителями на ремонтную группу тиляпии (*Oreochromis* sp.)

Достоверные различия при сравнении фоновой активности (ФА) и реактивностей (P1, P2, P3) не обнаружены. Следовательно, для оценки статуса ремонтной группы тиляпии световые раздражители с освещенностью 100, 1000 и 5600 лк не имеют значения.

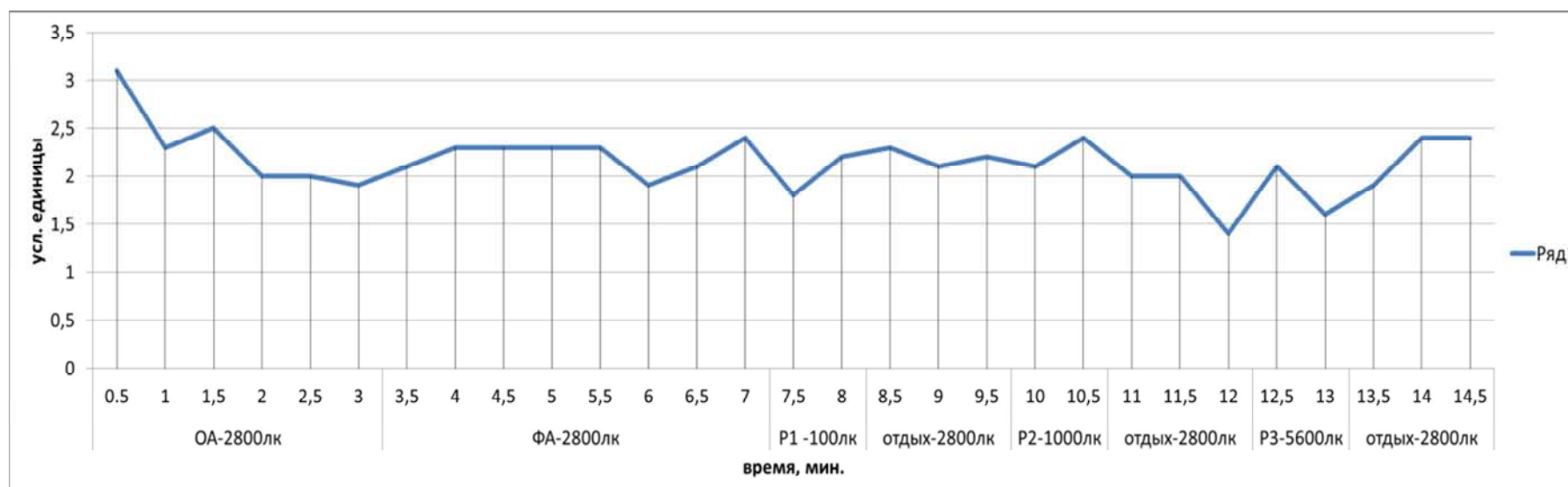


Рисунок 7. Результаты теста «открытое поле» при воздействии световыми раздражителями на производителей тиляпии (*Oreochromis* sp.)

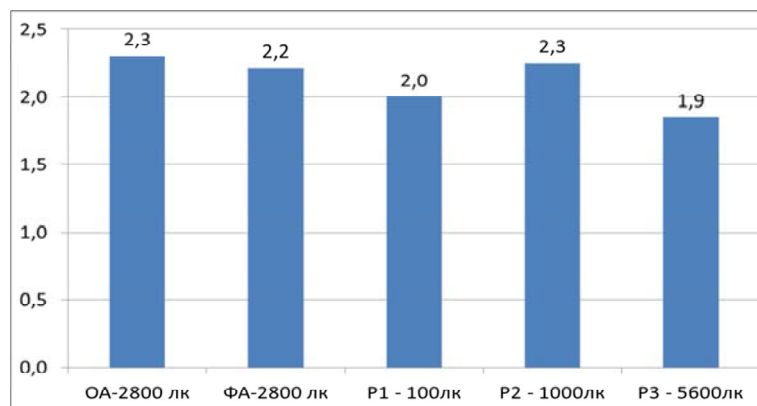


Рисунок 8. Реактивность (ед./мин.) при воздействии световыми раздражителями на производителей тилляпии (*Oreochromis* sp.)

Достоверные различия при сравнении фоновой активности (ФА) и реактивностей (P1, P2, P3) не обнаружены. Следовательно, для оценки статуса производителей тилляпии световые раздражители с освещенностью 100, 1000 и 5600 лк не имеют значения.

Заключение

В ходе работы был проведен анализ литературных данных, который показал, что в отношении тилляпии методика «открытое поле» ранее не применялась. Соответственно отсутствуют данные о параметрах методики: сроках ориентировочной и фоновой активности, сроках воздействия раздражителями и сроке необходимого отдыха между экспозициями, а также неизвестны параметры раздражителей (световых, звуковых, электрических), которые можно использовать для оценки статуса тилляпии. В основе наших экспериментов лежит гипотеза, что сроки ориентировочной и фоновой активности тилляпии составляют первые 3 мин. и период с 4 по 7 мин. соответственно.

В результате экспериментов было установлено, что для оценки статуса ремонтных групп тилляпии имеет значение звуковой раздражитель P3 с частотой 1500 Гц, а звуки с частотой 40 и 600 Гц такого значения не имеют. При этом для оценки статуса производителей тилляпии ни один из предложенных звуковых раздражителей не имеет значения.

Установлено, что световые раздражители с освещенностью 100, 1000 и 5600 лк не имеют значения для оценки статуса ремонтной группы и производителей тилляпии.

Мы предполагаем, что отсутствие статистически значимых реакций на раздражители является следствием низкого нейрофизиологического статуса рыб, вызванного неблагоприятными условиями содержания: отсутствие фотопериода (смены дня и ночи), низкая (100 лк) и нестабильная освещенность, нерегулярное кормление и низкая для тилляпии температура воды (+25°C вместо оптимальной +29).

Для проверки начальной гипотезы и установления параметров методики «открытое поле» для тилляпии необходимо проведение дальнейших экспериментов с рыбой, выращенной в благоприятных условиях.

Литература

- Биологические ритмы (под. ред. Ю. Ашоффа). В 2-х т. Пер. с англ.— М.: Мир, 1984. — Т. 1. - 414 с.
- Власов В.А., Маслова Н.И., Пономарев С.В., Баканева Ю.М. Влияние света на рост и развитие рыб // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хоз-во. - 2013. - № 2. – С. 24-34.
- Власов В.А., Зобова О.Н., Иванов А.А. Влияние освещенности на рост молоди тилапии, выращиваемой в искусственных условиях // Современные проблемы в зоотехнии / Сб. науч. трудов. - М.: МГАВМиБ им. К.И. Скрябина. – 2004. - Ч. 2. - С. 87-89.
- Досаева В.Г., Кочаров В.Г., Михайлова М.В. Некоторые аспекты выращивания тилапии в Астраханской области. Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результат НИР за 2001 г. - Астрахань: Изд-во КаспНИРХа, 2002. - 630 с.
- Зобова О.Н. Влияние различной освещенности и фотопериода на рост и развитие тилапии. Канд. дис. 06.02.04. – М., 2004. - 118 с.
- Иванов А.А. Физиология рыб. Учебник. – М.: Мир, 2003. – 284 с.
- Константинов А.С., Зданович В.В., Шолохов А.М. Значение колебаний температуры для выращивания молоди рыб // Рыбное хоз-во. - 1990. - Вып. 11. - С. 46-48.
- Костюрина А.Н., Мельник И.В. Энергетические показатели молоди тимирязевской тилапии при различной освещенности // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хоз-во. – 2011. – № 1. – С. 90-93.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. - М.: Высшая школа, 1990. - 293 с.
- Научная библиотека КиберЛенинка: <http://cyberleninka.ru/article/n/energeticheskie-pokazateli-molodi-timiryazevskoy-tilyapii-pri-razlichnoy-osveshennosti#ixzz40QgZss4f>
- Никоноров С.И., Витвицкая Л.В. Эколого-генетические проблемы искусственного воспроизводства осетровых и лососевых рыб. – М.: Наука, 1993. – 251 с.
- Пономарев С.В., Гамыгин Е.А., Никоноров С.И., Пономарева Е.Н., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России. - Астрахань: «Нова плюс», 2002. - 264 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. - М.: Пищевая пром-сть, 1966. - 250 с.
- Привезенцев Ю.А. Тилапии (систематика, биология, хозяйственное использование). - М.: ООО «Столичная типография», 2008. - 80 с.
- Привезенцев Ю.А., Боронецкая О.И., Плиева Т.Х. Методические рекомендации по воспроизводству и выращиванию тилапий. - М.: РГАУ-МСХА, 2006. - 23 с.
- Ручин А.Б. Влияние колебаний освещенности на рост молоди некоторых видов рыб и личинок травяной лягушки (*Rana temporaria*) // Зоол. журн. – 2000. – Т. 79. - № 11. – С. 131–136.
- Ручин А.Б. Особенности роста и энергетики карпа (*Cyprinus carpio*) при различной освещенности // Зоол. журн. - 2001. - Т. 80. - № 4. - С. 433-437.

El-Sayed A.F.M. Tilapia Culture. CABI: Cambridge, MA, USA, 2006.

Khater A.A., Smilherman R.O. Int. Simp. Tilapia aquaculture. - Bangkok, Manila, 1988.

Kilambe R.V., Nobe J., Hoffman C.E. Influence of temperature and photoperiod on growth, food consumption and food conversion efficiency of connel catfish // Proc. 24th Annu cons. Southeast Assoc. Game and Fish Commis., Atlanta 1970. - S. J. 971. - P. 519-531.

Shelton W.L. Tilapia Biology // Tilapia: Biology, Culture, and Nutrition / W.L. Shelton, T.J. Popma; Lim C.E., Webster C.D., Eds. Haworth Press: Binghamton, NY, USA, 2006. - P. 1–49.

Teichert-Coddington D., Popma T., Lovshin L Attributes of tropical pond-cultured fish // Dynamics of Pond Aquaculture; Egna H.S., Boyd C.E. Eds.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 1997. - P. 183–198.

TO ISSUE OF USE OF THE TEST "OPEN FIELD" FOR EVALUATING DIFFERENT AGE GROUPS OF TILAPIA (OREOCHROMIS SP.)

D.V. Mikhaylichenko¹, A.M. Tikhomirov², I.P. Stepanova¹, B.M. Kurkembraeva¹

¹FGBOUVPO «Astrakhan State Technical University», Astrakhan, e-mail: kafavb@yandex.ru

²ISPE «INTOS» LLC, Rostov-on-Don

Early maturation and short spawning cycle make tilapia convenient model for developing methods of "open field". The technique can be used to assess the brood-stock of cultivated species. Test "open field" allows to evaluate the neurophysiological status, which is influenced by circadian rhythms, associated with the photoperiod and luminosity. Luminosity and photoperiod affect the fish growth and development, on feed utilization efficiency, hematology. Technique "open field" is intended for monitoring and measuring the behavioral responses of fish, and after-following evaluation of reactivity of the nervous system. The fish was evaluated by response to stimuli, which manifested in-one to change the motor activity. With respect to tilapia technique of "open field" previously was not carried out, and there are no data on the method parameters: the timing of estimated and background activity, the terms of exposure stimuli, and the period of necessary rest between exposures, as well as unknown parameters of stimuli (luminosity, sound, electrical), which can be used to assess the status of tilapia. To evaluate the repair group of tilapia is set to sound with a frequency of 1500 Hz. Light irritability of 100 lux, 1000 lux, 5600 lux may not be used to assess tilapia brood-stock. For pro-verification of the initial hypothesis and to establish the parameters of "open field" techniques for tilapia is necessary to conduct further experiments with fish grown in favorable conditions.

СОДЕРЖАНИЕ

УДК 639.37

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В ОТКРЫТЫХ И ЗАКРЫТЫХ РЫБОВОДНЫХ СИСТЕМАХ

К.А. Молчанова¹, Е.И. Хрусталева², Е.М. Комова³

¹ ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, ksenia.elfimova@gmail.com

² ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, chrustagua@rambler.ru

³ ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, akari-tajn@mail.ru

Климатические изменения и связанное с этим увеличение температуры воды в летний период за пределы допустимых значений для радужной форели делают форелеводство в умеренных широтах крайне рискованным. В Калининградской области это дополняется почти полным отсутствием в материковой зоне водоемов, пригодных для создания садковых хозяйств. Имеющийся водный баланс рек с грунтовым питанием позволяет использовать их как водоисточник для водоснабжения бассейновых (прудовых) хозяйств. Но проблемным остается вопрос обеспечения благоприятного температурного режима для молоди форели на этапе выращивания посадочного материала, менее устойчивой к воздействию этого основного по степени влияния на рыб абиотического фактора (Хоар и др., 1983).

Неблагоприятные условия в период нагула производителей, несомненно, негативно отражаются на качестве половых продуктов (Персов, 1972). Поэтому целесообразной для региона является ориентация на использование артезианской воды для водоснабжения установок замкнутого водообеспечения (УЗВ), в которых при благоприятном температурном режиме и контроле других абиотических факторов реально содержать маточные стада форели и выращивать посадочный материал до весовых кондиций, позволяющих при переводе его в открытые рыбоводные системы получать товарную продукцию (порционная форель средней массой 400–500 г, лососевая форель средней массой 2000–3000 г) за один вегетационный сезон продолжительностью не менее 180 сут. С тепловым балансом 3200–3500 градусо-дней. При этом целесообразным, и это установлено в наших исследованиях, становится перевод производителей на разные сроки созревания в течение года. В основе этого - специфический режим температуры, выделение разных групп форели на этапе формирования ремонтного стада по срокам выведения на режим полового созревания. В этом случае целесообразным с экономической точки зрения становится товарное выращивание форели в УЗВ в режиме трех циклов (порционная форель), двух циклов (форель массой 800–1000 г), что предполагает двух- и трехкратное использование в течение года бассейнов питомного и товарного цехов. Перспектива этого видится и в том, что в последнее десятилетие из-за глобального потепления проявилась тенденция к истощению водного баланса поверхностных водоисточников. Резерв же подземных (артезианских) вод, очевидно, при сохранении климатических тенденций еще длительное время будет сохраняться на стабильном уровне. Тем более потребность в такой воде для выращивания рыбы в УЗВ, с учетом 5–10% суточной подпитки, на несколько порядков ниже, чем в проточных бассейновых и прудовых хозяйствах (Киселев, 1999).

Целью настоящего исследования являлось установление особенностей раскрытия ростовой потенции у молоди радужной форели при выращивании в УЗВ и по комбинированной схеме (бассейны–пруды). Исследования проводились в рамках разрабатываемых полициклических технологий разведения и выращивания форели в УЗВ.

Материал и методика

Исследования осуществлялись на базе УЗВ ООО «ТПК Балтптицепром», мобильной рыбоводной лаборатории (МРЛ) КГТУ, бассейново-садковой базе ООО «Калининградский центр Аквакультура». Маточное стадо в УЗВ было сформировано из материала, завезенного в мальковом возрасте из рыбоводного хозяйства ООО «Калининградский центр Аквакультура». Поэтому сравниваемые группы форели в разнотипных рыбоводных системах имели одно происхождение от гибридной формы, полученной в результате скрещивания в середине–конце 80-х гг. прошлого столетия трех популяций форели, завезенных из рыбхоза «Волма» (Беларусь), рыболовецкого колхоза «Банга» (Латвия), рыболовецкого колхоза «Прогресс» (Ленинградская область).

На этапе инкубации икры в варианте УЗВ была использована МРЛ с рециркуляционной системой, в составе которой 24 бассейна размером 2×0,5×0,4 м. В один бассейн помещали 3 рамки размером 50×35 см, на которые раскладывали оплодотворенную икру. В этих же бассейнах по завершении инкубации проводили выдерживание предличинок, подращивание и выращивание личинок и мальков, которых по достижении массы 6–7 г переводили на дальнейшее выращивание в бассейны шестиугольной формы с объемом воды в каждом 3 м³ промышленной УЗВ. Инкубацию икры, выдерживание предличинок, выращивание личинок по комбинированной схеме выполняли в бассейнах размером 2×0,5×0,5 м. По достижении мальками массы, близкой к 1 г, их переводили на дальнейшее выращивание в садки размером 5×4×3 м, выстроенные в линию в водоеме-карьере «Прибрежный».

Кормление личинок и мальков форели на базе УЗВ ООО «ТПК Балтптицепром» проводили стартовыми кормами Aller Futura различной крупности («0»; 1; 2; 3; 4; 1,5 мм; 2 мм); по достижении массы 20–30 г их переводили на кормление кормами рецептур А. nova и А. Bronze с размером гранул 3,2 и 4,5 мм.

В хозяйстве ООО «Калининградский центр Аквакультура» личинок и мальков форели кормили стартовыми кормами А. Futura различной крупности и Biomar по достижении массы 20–30 г с размером гранул 3,2 мм.

Плотность посадки личинок в прямоточных бассейнах составила 4-5 тыс. шт/м², на этапе выращивания мальков – 1-2 тыс. В шестиугольных бассейнах плотность посадки молоди, не менявшаяся в течение всего периода исследований, равнялась 200 шт/м³, в садках – 50-100. Температуру воды, содержание растворенного кислорода, рН измеряли ежедневно с помощью переносных приборов.

Расчет скорости роста молоди форели проводили на основании данных контрольных обловов, подставляя их в формулу (Купинский, 2007):

$$K_m = \frac{(\sqrt[3]{M_k} - \sqrt[3]{M_n}) \times 3}{T},$$

где K_m – общепродукционный коэффициент массонакопления, M_n и M_k – масса рыб начальная и конечная, г; T – период между двумя последовательными обловами, сут.

Результаты и обсуждение

Материалы рис. 1 дают представление о различиях в изменении температуры воды в открытых рыбоводных системах (бассейны и садки) и УЗВ. Для УЗВ характерна более ровная динамика на этапах увеличения или снижения температуры воды. Для открытых систем отмечен не только больший диапазон отклонения температуры воды до 2–3 °С от близких к 23°, но и более резкая динамика на этапах увеличения и снижения температуры воды.

Общий баланс температуры воды был закономерно выше в УЗВ (4994 градусо-дней). Но и комбинированная схема показала большой температурный баланс (4274 градусо-дней), в то время как отмечаемый в 70-80-х гг. прошлого века суммарный баланс температуры воды в течение вегетационного сезона, когда температуры воды выше 5 °С, в водоеме-карьере «Прибрежный» составлял в среднем 3200–3500 градусо-дней (Хрусталеv, 1986).

На что следует обратить внимание, это на то, что среднепериодная температура воды в открытых рыбоводных системах оказалась близкой к 13,4 °С при продолжительности около 310 сут. в 2015 г и 13,2 °С при продолжительности около 250 сут. В последнем примере. В УЗВ среднепериодная температура воды закономерно оказалась выше (17,2 °С).

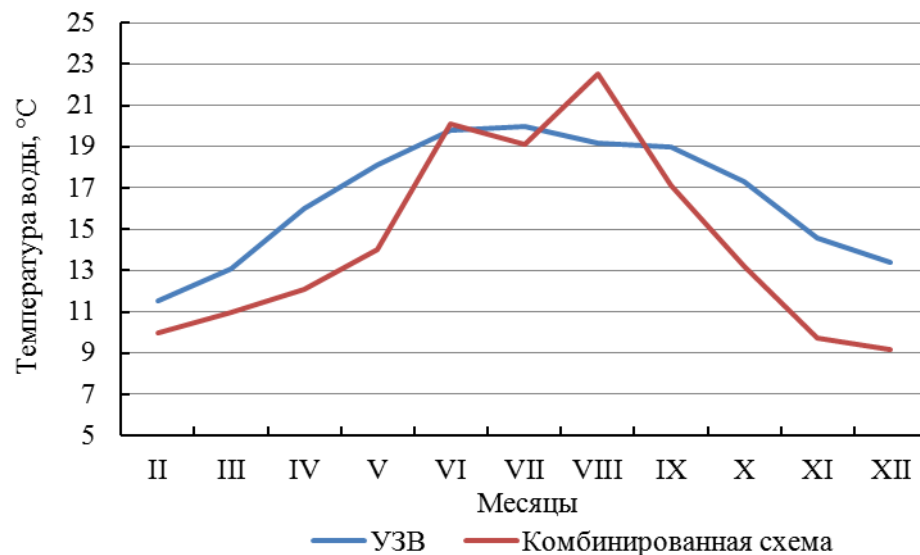


Рисунок 1. Динамика температуры воды в период подращивания, выращивания личинок и посадочного материала форели в УЗВ и по комбинированной схеме (бассейны-садки)

Более стабильной была динамика содержания растворенного в воде кислорода в УЗВ (рис. 2), но отклонения в значениях не превышали, как правило, 0,5 мг/л от средней величины (около 8 мг/л). Насыщение воды кислородом было близким к 100%.

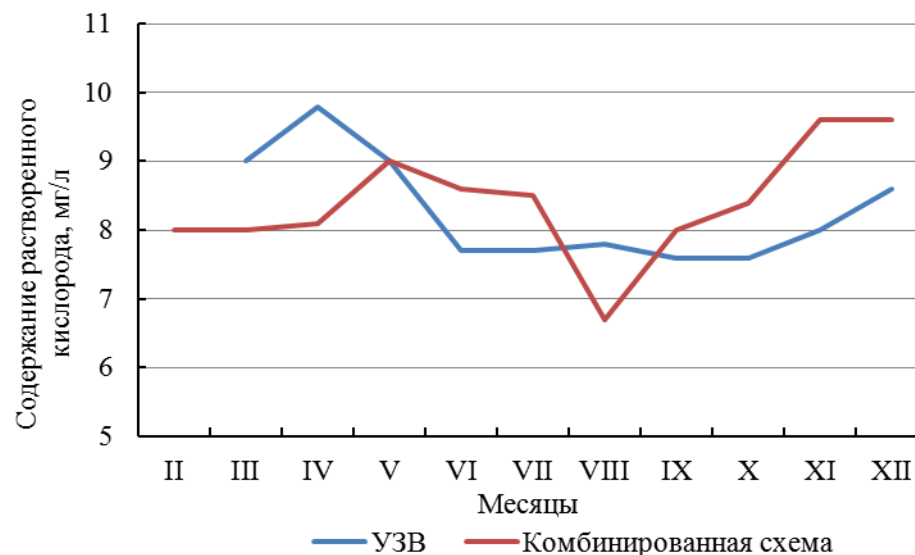


Рисунок 2. Динамика кислородного режима в период подращивания, выращивания личинок и посадочного материала форели в УЗВ и по комбинированной схеме (бассейны-садки)

В открытых рыбоводных системах, прежде всего, в водоеме, где установлены садки, отмечены более значимые отклонения в концентрации кислорода: до 10 мг/л по максимуму, до 6,6 - по минимуму. Снижение насыщения воды кислородом ниже 80% к концу августа закономерно связано с аномальным прогревом воды и развитием фитопланктона. Но среднeperиодная концентрация кислорода оказалась близкой в УЗВ и открытых рыбоводных системах - 8,2 и 8,5 мг/л соответственно.

Более стабильной в УЗВ была динамика рН (рис. 3). Некоторый сдвиг реакции среды в кислую сторону следует рассматривать как результат эффективной работы биофильтра (Проскурено, 2003). Однако и в открытых рыбоводных системах рН была близкой к оптимальным значениям, диапазон которых определен в 6,5–8 (Хрустале, Хайновский, 2006).

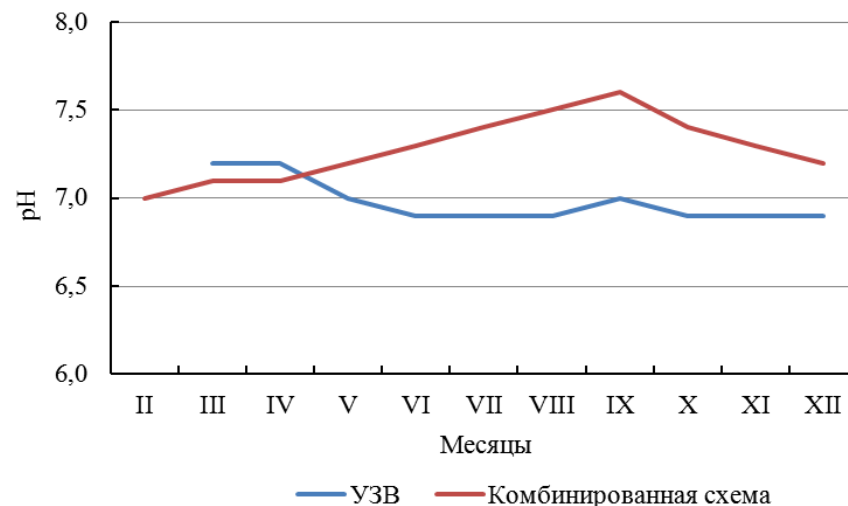


Рисунок 3. Динамика величины водородного показателя (рН) в период подращивания, выращивания личинок и посадочного материала форели в УЗВ и по комбинированной схеме (бассейны-садки)

Совокупное влияние выделенных факторов, а также других относящихся к группе «сопутствующих» (Хоар, 1983) и не учитываемых в настоящей статье отображены на рис. 4.

При разной степени проявления показателя роста (K_m) очевидным выглядит наличие как в группах рыб, выращиваемых в УЗВ, так и в открытых рыбоводных системах трех пиков, связанных с ускорением роста и столько же со снижением. Можно предположить, что таким образом проявляются особенности, связанные с качественными изменениями в организме рыб на определенных этапах (стадиях) развития. Как отмечал в своих работах Л.П. Рыжков (1984), развитие организма рыб, особенно на ранних этапах, предполагает наличие переходных между этапами стадий, имеющих иные временные параметры, но приводящие к качественным изменениям в организме рыб. Качество, как известно, перерастает в количество. Примерно так можно показать связь вероятной качественной перестройки в организме форели, достигшей массы около 1 г, с последующим ускорением роста: в УЗВ увеличение K_m от 0,027 до 0,132, в открытых системах - от 0,042 до 0,106. Очевидно, качественные изменения в организме форели проходят на фоне существенного снижения скорости роста с последующим ускорением, что можно увидеть на рис. 4.



Рисунок 4. Изменение величины общепродукционного коэффициента массонакопления (Км) в период подрашивания, выращивания личинок и посадочного материала форели в УЗВ и по комбинированной схеме (бассейны-садки)

Несомненным представляется решающее влияние на скорость роста форели в разных рыбоводных системах температуры воды. Как видно из данных рис. 1 и 4, в УЗВ она в основном была более благоприятной (14–20°C), что связано со 100%-ным насыщением воды кислородом и близкими к нейтральным значениями pH. Именно в УЗВ практически на протяжении всего периода скорость роста рыб была значительно выше, чем в открытых рыбоводных системах, причем существенно. Среднепериодная величина Км в УЗВ составила 0,084, для открытых систем за сравнимый промежуток времени - 0,037, за период с температурой воды выше 13 °C - 0,046. Как результат, конечная масса сеголетков в конце периода исследований равнялась 450 г, в садках - 63 г. По достигнутой массе тела форель в УЗВ может быть отнесена к разряду порционной товарной рыбы.

Выводы

1. Определяющее влияние на рост форели в открытых рыбоводных системах на фоне оптимальных параметров кислородного режима и pH оказывала температура воды.
2. Оптимальный температурный режим УЗВ способствовал большей скорости роста форели: Км в УЗВ – 0,084, в открытых рыбоводных системах в период с температурой выше 13 °C – 0,046, масса сеголетков в УЗВ - 450, в открытых системах - 63 г.
3. Рост форели в УЗВ и открытых рыбоводных системах характеризуется наличием трех пиков роста и снижения значений показателя Км, что можно связать с качественной перестройкой в организме рыб на определенных этапах (стадиях) развития.
4. Достигнутый уровень раскрытия ростовой потенции у форели в УЗВ подтверждает возможность реализации полициклической технологии выращивания форели в УЗВ.

Литература

- Киселев А.Ю.* Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в УЗВ. Докт. дис. - М.: ВНИЭРХ, 1999. - 62 с.
- Купинский С.Б.* Продукционные возможности объектов аквакультуры. - Астрахань: ДФ АГТУ, 2007. - 133 с.
- Персов Г.М.* Надежность функционирования воспроизводительной способности рыб // Вопр. ихтиологии. - 1972. - Т. 12. - Вып. 2. - 147 с.
- Проскуренок И.В.* Замкнутые рыбоводные установки. - М.: ВНИРО, 2003. - 152 с.
- Рыжков Л.П.* Основные морфофизиологические закономерности раннего онтогенеза пресноводных рыб // Актуальные проблемы экологической физиологии и биохимии рыб. - М.: Наука, 1984. - С. 6-27.
- Хоар У., Рендолл Д., Бретт Дж.* Биоэнергетика и рост рыб. - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. - 408 с.
- Хрусталёв Е.И.* Биологические особенности выращивания радужной форели в условиях солоноватых вод. Канд. дис. - Калининград: КГТУ, 1986. - 189 с.
- Хрусталева Е.И., Хайновский К.Б.* Индустриальное рыбоводство. - Калининград: Изд-во КГТУ, 2006. - 340 с.

RESULTS OF REARING OF RAINBOW TROUT PLANTING MATERIAL IN OPEN AND CLOSED FISH FARMING SYSTEMS

K.A. Molchanova¹, E.I. Khrustalyov², E.M. Komova³

¹*Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, ksenia.elfimova@gmail.com*

²*Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, chrustaquaa@rambler.ru*

³*Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, akari-tajn@mail.ru*

Reservoirs are suitable for the creation of cage farms are almost completely absent in the Kaliningrad region. Therefore, appropriate for the region is the use of artesian water for recirculation aquaculture systems (RAS), which due to the control of abiotic factors actually contain broodstock trout and grow planting materials to marketable products (portion trout - 400-500 g; salmon trout - 2000-3000 g). In our opinion, from an economic point of view it is advisable to commercial cultivation of trout in RAS mode in three cycles (portion trout), two cycles (trout weighing 800 - 1000 g), which involves the use of two- and three-fold during of pools of fingerlings and commercial shops the year. The aim of this study was to establish the characteristics of the disclosure of the growth potency of juvenile rainbow trout, which grown in RAS and combined scheme (swimming pools - ponds).

СОДЕРЖАНИЕ

АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ИММУНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕГОЛЕТОК РАДУЖНОЙ И ЗОЛОТИСТОЙ ФОРЕЛИ В НАЧАЛЕ ЗИМОВКИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В САДКАХ

И.В. Немцев¹, Т.М. Курапова², К.А. Молчанова³

¹ФГБОУ ВО «КГТУ», г. Калининград, nemec.ilya1@mail.ru

²ФГБОУ ВО «КГТУ», г. Калининград, tkurapova@inbox.ru

³ФГБОУ ВО «КГТУ», г. Калининград, ksenia.elfimova@gmail.com

Иммунитет рыб – это невосприимчивость и сопротивляемость организма к действиям чужеродных болезнетворных организмов и веществ, обладающих антигенными свойствами. Иммунитет формируется иммунной системой рыбы. Общий иммунитет складывается из врожденного и приобретенного. Все эти виды иммунитета в той или иной степени зависят от условий содержания, питания рыбы и других внешних факторов.

Для определения иммунологических параметров используют показатели гуморального и клеточного иммунитета. Чаще всего из гуморального иммунитета устанавливают концентрацию лизоцима, бактериостатическую активность, концентрацию комплемента и т.д. Из клеточного иммунитета чаще всего исследуют фагоцитарную активность лейкоцитов крови и их процентное соотношение. Однако проведение общего анализа иммунологических показателей, приведенных в методических пособиях, достаточно трудоемко. Поэтому чаще всего при определении иммунитета у рыб выбирают несколько параметров (Селиверстов, 1999).

В наших исследованиях были задействованы следующие показатели:

- концентрация лизоцима (показатель неспецифического гуморального иммунитета);
- концентрация гамма-глобулинов (показатель специфического гуморального иммунитета);
- бактериостатическая активность.

Но иммунологические исследования всегда необходимо дополнять результатами морфофизиологического анализа, отражающего физиологическое состояние организма в данный момент (Курапова, Молчанова, 2014).

Помимо этих двух методов, был добавлен показатель антиокислительной активности, отражающий состояние антиоксидантной системы организма.

Объектом исследования была радужная и золотистая форель. Форель выращивают на многих типах хозяйств – прудовое, озерное, в морской воде, в УЗВ. Форель является пороодообразующим видом, в настоящее время насчитывается 7 пород – Дональдсона (1993), камлоопс (1993), лосось стальноголовый (1993), Адлер (1997), Рофор (1999), Росталь (2003), Адлерская янтарная (2003).

Выращивание в различных типах хозяйств влияет не только на темп роста, но и на физиологическое состояние, поэтому целью работы было определение морфофизиологических и иммунологических показателей, а также антиокислительной активности у радужной и золотистой форелей, содержащихся в садках в начале зимовки.

Форель выращивалась в садках ТОО Калининградский центр «Аквакультура». Хозяйство расположено на водоеме, образованном после выработки песчано-гравийного карьера у пос. Прибрежный. Тип водоема – замкнутый, солоноватоводный. Температурный и кислородный режимы благоприятны для выращивания радужной форели и ленского осетра, разводимых на хозяйстве. Площадь водоема 100 га. Глубина средняя - 12, максимальная - 20 м. Источник водоснабжения карьера: ключи, атмосферные осадки, фильтрация воды через дамбу из Калининградского залива (Ивлева, 1981).

Водоснабжение хозяйства осуществляется из карьера, также имеется возможность использования артезианской воды в инкубационном и личиночном цехах.

Промышленных стоков нет, но в районе водоема, где находится хозяйство, есть асфальтно–битумный завод, атмосферные выбросы которого загрязняют водоем сажей, а также и несколько кафе, расположенных непосредственно на берегу водоема.

Тип хозяйства: полносистемное, но также выращивается и посадочный материал - личинки, сеголетки, годовики и товарная форель.

Сбор материала проводили в декабре 2015 г., материалом для исследований служили сеголетки золотистой и радужной форели, выращиваемые на товарной линии.

Исследования осуществляли в три этапа:

1. Изучение морфофизиологических показателей.
2. Иммунологических параметров.
3. Определение антиокислительной активности.

При проведении первого этапа исследования статистически достоверные различия были получены по массе тела и порки: так, средняя масса золотистой форели была 159, а радужной - 113 г.

Изучая морфофизиологические показатели, мы отмечали, что наибольшее значение по индексу жабр было у обеих пород. Так, у золотистой форели этот показатель составлял 3,31, а у радужной – 3,53%, однако различия были статистически недостоверны.

Минимальное значение было зафиксировано по индексу селезенки у радужной форели - 0,17, а у золотистой - 0,22%, но различия, оцененные по критерию Стьюдента, недостоверны.

Достоверными были различия по индексу печени: так, у радужной форели этот показатель составлял 2,71, а у золотистой - 1,91% ($p < 0,05$) (рис. 1).

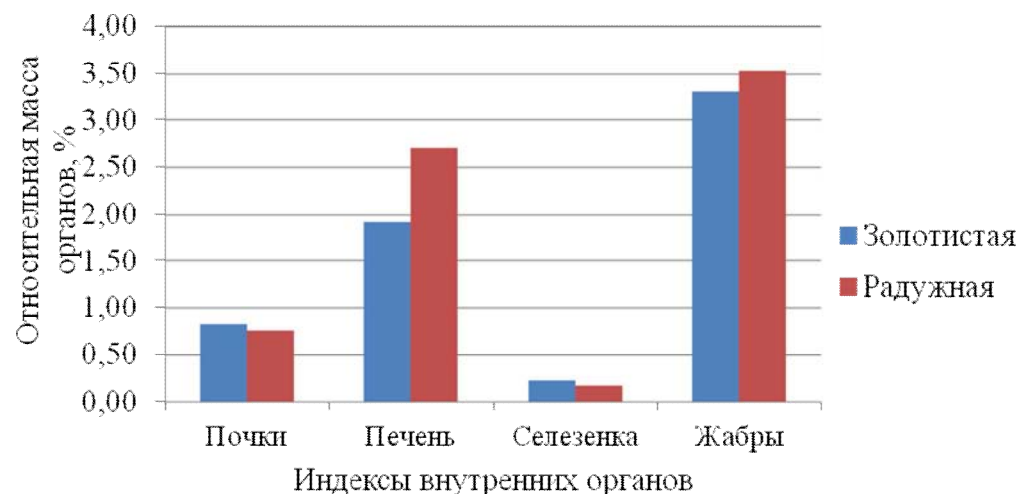


Рисунок 1. Морфофизиологическая характеристика сеголеток радужной и золотистой форели

При проведении второго этапа вначале определяли концентрацию лизоцима в гомогенатах внутренних органов. У золотистой форели максимальная начальная концентрация была отмечена в коже и составляла 3,04, а у радужной форели этот показатель был достоверно ниже - 0,77 мкг/мл ($p > 0,01$). Минимальное значение было зафиксировано в печени у золотистой форели и составляло 0,45, в то время как у радужной - 2,03 мкг/мл, однако в пределах недостоверных различий.

Достоверными между видами были различия в начале исследований по концентрации лизоцима только в коже (рис. 2).

После термостатирования, в течение полутора часов, были вновь определены конечные концентрации лизоцима. У золотистой форели отмечалось его снижение в селезенке, жабрах и коже. А в почках и печени концентрации увеличивались. У радужной форели снижение этого показателя было зарегистрировано в печени, а в почках, коже, жабрах и селезенке - повышение.

Максимальное значение концентрации было отмечено у золотистой форели в селезенке и составляло 2,19, а у радужной форели в том же органе - 1,68 мкг/мл. Минимальное значение у золотистой форели было в жабрах (0,61 мкг/мл), а у радужной в почках - 0,93 мкг/мл (рис. 3).

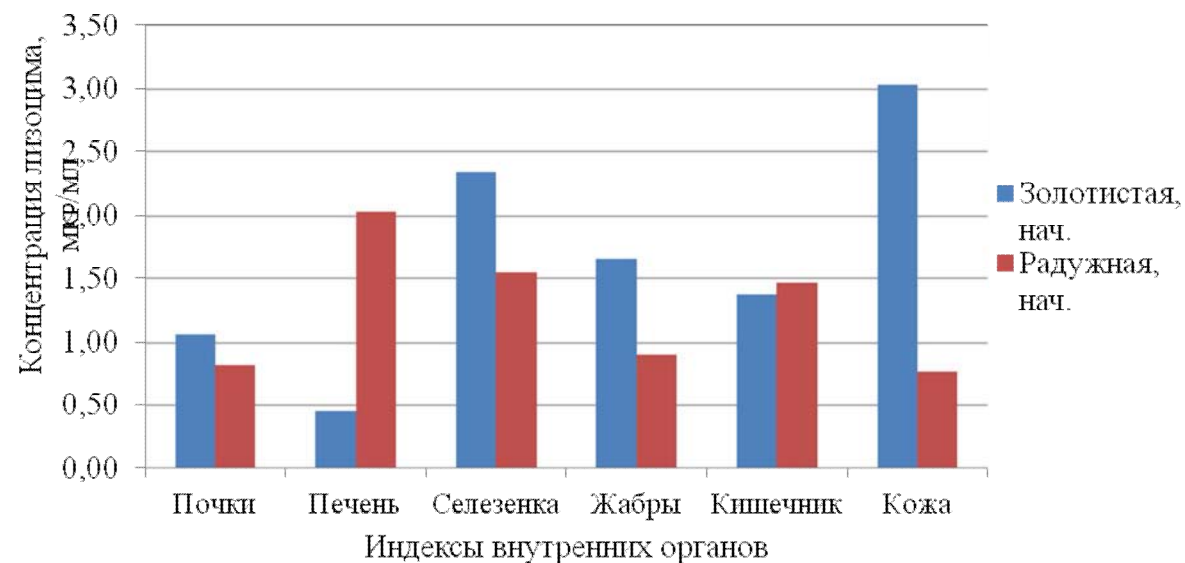


Рисунок 2. Начальная концентрация лизоцима у форелей

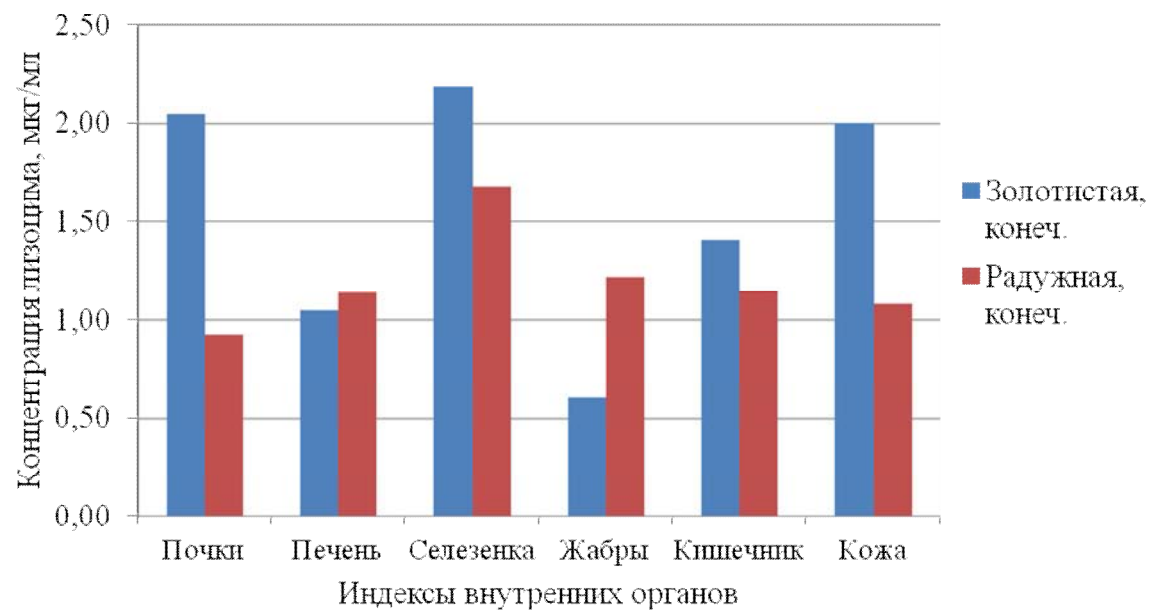


Рисунок 3. Конечная концентрация лизоцима у форелей

Достоверными между радужной и золотистой форелью были различия в конце исследования по концентрации лизоцима только в почке.

Затем определяли бактериостатическую активность. Максимальный ее показатель был отмечен у золотистой форели в селезенке и составлял 90,31, а у радужной форели - 89,39%. Минимальное значение было зафиксировано у золотистой форели в жабрах (41,63%), в свою очередь у радужной форели оно отмечалось в коже и соответствовало 55,10% (рис. 4).

Статистически достоверно ниже была бактериостатическая активность в жабрах у золотистой форели ($p < 0,05$ – в почках, $p < 0,001$ в печени, селезенке, кишечнике). У радужной форели различия по этому показателю были статистически недостоверными.

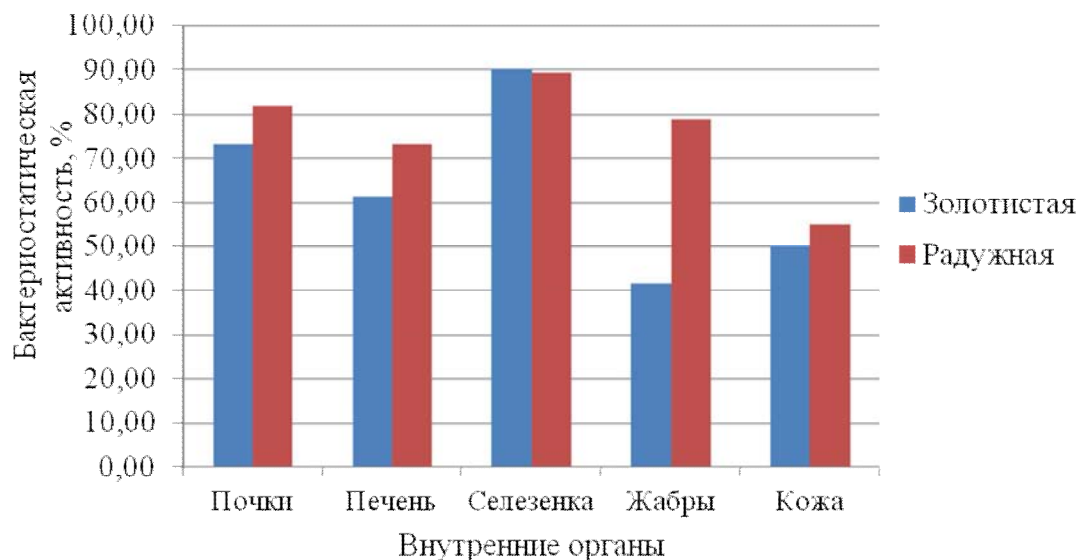


Рисунок 4. Бактериостатическая активность во внутренних органах форели

Третьим этапом было определение антиокислительной активности. Отмечали максимальное значение в начале исследования у золотистой форели в почках – $2,15 \text{ л} \times \text{мл}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$, у радужной форели в этом же органе этот показатель был статистически достоверно ниже – $0,73$. Минимальное значение зафиксировано в жабрах у золотистой форели – $0,65$, у радужной – $1,65 \text{ л} \times \text{мл}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$ (рис. 5).

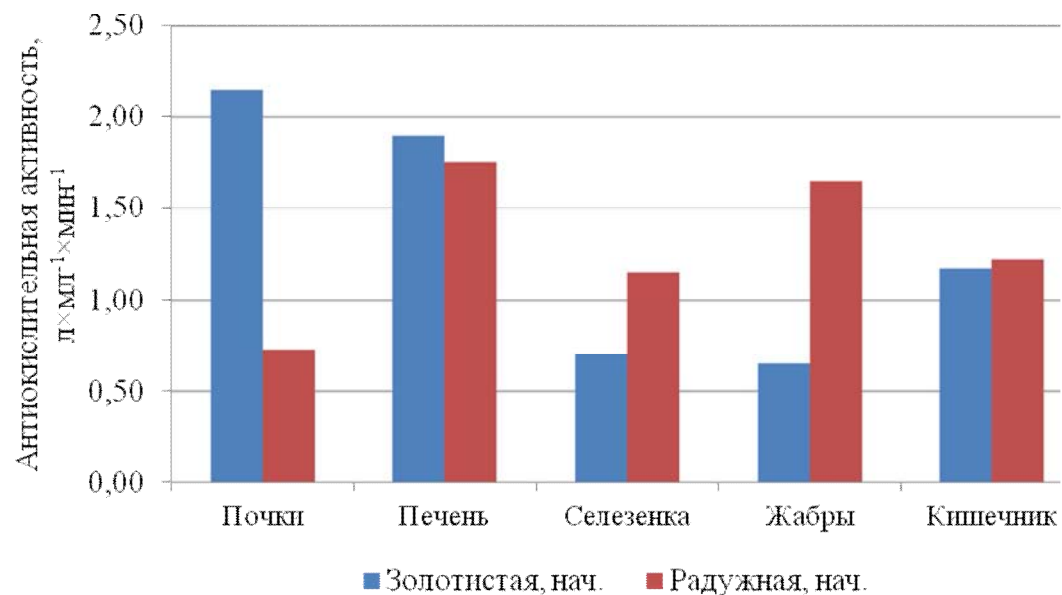


Рисунок 5. Начальная антиокислительная активность во внутренних органах форели

Статистически достоверными результатами у золотистой форели в начале исследования были различия в антиокислительной активности в жабрах ($0,65 \text{ л} \times \text{мл}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$), в кишечнике, селезенке и почке ($p < 0,05$). У радужной форели достоверных различий по антиокислительной активности во внутренних органах выявлено не было.

Достоверными между видами были различия по антиокислительной активности в почке и в кишечнике ($p < 0,05$).

В конце исследования, через 5 мин. после термостатирования, максимальное значение было зарегистрировано у радужной форели в коже – 4,61, у золотистой - в почках – $2,70 \text{ л} \times \text{мл}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$. Минимальное значение было установлено у золотистой форели в селезенке – 0,88, а у радужной в жабрах – $1,18 \text{ л} \times \text{мл}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$ (рис. 6).

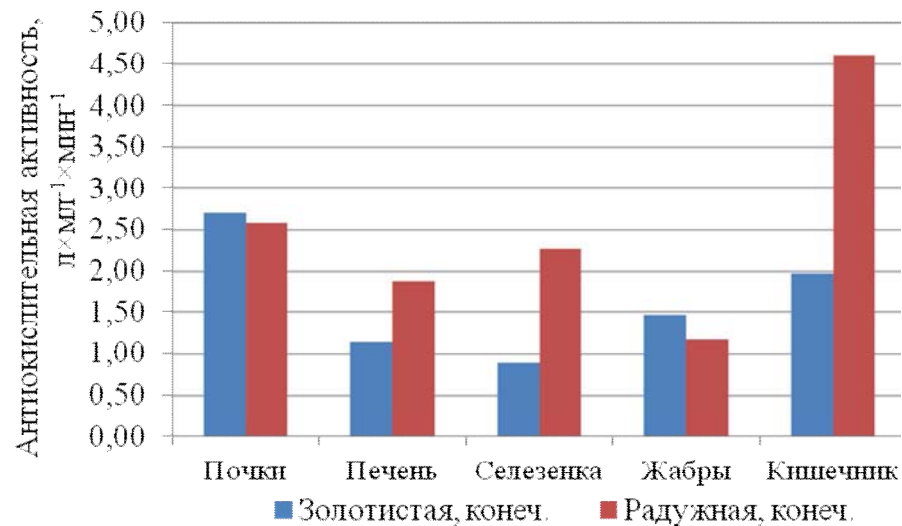


Рисунок 6. Конечная антиокислительная активность во внутренних органах форели

В конце исследования статистически достоверными у золотистой форели были различия по антиокислительной активности в селезенке ($0,88 \text{ л} \times \text{мл}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$) и почке ($p < 0,01$). У радужной форели минимальное значение отмечали в жабрах ($1,18 \text{ л} \times \text{мл}^{-1} \times \text{мин}^{-1}$), достоверными были различия в селезенке, почке и коже ($p < 0,05$).

Достоверными между видами были различия по антиокислительной активности в селезенке ($p < 0,05$).

Выводы

1. Отобранные репрезентативно для исследований сеголетки при проведении первого этапа отличались по массе тела и порки: так, средняя масса золотистой форели была 159, а радужной - 113 г. Достоверными были различия по индексу печени, так, у радужной форели этот показатель был выше, чем у золотистой.
2. При проведении второго этапа на концентрацию лизоцима в гомогенатах внутренних органов в начале этапа достоверными между видами были различия только в коже. А в конце исследования, после термостатирования, этот показатель был отмечен в почке.
3. При проведении исследований на бактериостатическую активность минимальное значение выявлено в жабрах, а достоверно выше результаты отмечались во всех других органах у золотистой форели. У радужной форели различия по этому показателю были статистически недостоверными.
4. При проведении третьего этапа на определение антиокислительной активности во внутренних органах в начале исследования статистически достоверные результаты у золотистой форели были отмечены в жабрах, кишечнике, селезенке и почке.

У радужной форели достоверных различий по этому показателю выявлено не было. Различия между видами были зафиксированы в почке и кишечнике. В конце исследования у золотистой форели были различия по антиокислительной активности в селезенке и почке. У радужной форели минимальное значение отмечали в жабрах, достоверными были различия в селезенке, почке и коже. Различия между видами по антиокислительной активности наблюдались в селезенке.

Литература

Ивлева И.В. Температура воды и скорость энергетического обмена у водных животных. - Киев: Наукова думка, 1981. - 112 с.

Курапова Т.М., Молчанова К.А. Оценка некоторых иммунологических показателей радужной форели и форели Камлоопс, выращенных на ООО «Аквакультура» // Труды XII междунар. науч. конф. «Инновации в науке, образовании и бизнесе – 2014». – Калининград: ФГБОУ ВПО «Калинингр. гос. техн. ун-т», 2014. В 2 ч. Ч. 2. - С. 76–77.

Селиверстов В.В. Методические указания по определению уровня естественной резистентности и оценке иммунного статуса рыб. - М.: Минсельхозпрод, 1999.

ANALYSIS OF SOME IMMUNOLOGICAL PARAMETERS FINGERLINGS IRIDESCENT AND GOLDEN TROUT IN THE BEGINNING OF WINTERING WHEN GROWN IN SADC

I.V. Nemtsev¹, T.M. Kurapova², K.A. Molchanova³

¹*Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, nemec.ilya1@mail.ru*

²*Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, tkurapova@inbox.ru*

³*Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, ksenia.elfimova@gmail.com*

In recent years, in connection with the development of aquaculture and increasing commercial production of fish in fresh water, seas and oceans has increased interest in the study of the immune system and immune response in fish. Studies of fish immunity can be divided into three main categories: evolutionary and comparative research; studies related to industrial fish farming; study of indicators of fish immunity as a condition bioindication aquatic habitats. The aim of this work was to study the changes of the immune index in yearling rainbow and golden trout grown in cages. The result was that the immunity of gold and rainbow trout farmed in similar conditions have differences in some indicators.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА УСЛОВИЙ РАБОТЫ РЫБОЗАЩИТНОГО КОМПЛЕКСА БОГУЧАНСКОЙ ГЭС

Д.Н. Новиков^{1,2}, С.Н. Салиенко², П.А. Михеев¹, А.А. Образенко²

¹ Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова ФГБОУ ВО «ДГАУ», г. Новочеркасск, mikheev.pa@gmail.com

² ООО «Осанна», г. Энгельс, Саратовская обл., osannass@mail.ru

ОАО «Богучанская ГЭС» является одним из крупнейших промышленных объектов Красноярского края. В соответствии с действующим законодательством РФ при заборе воды из водных объектов рыбохозяйственного значения, строительстве и эксплуатации гидротехнических сооружений необходимо проведение мероприятий, направленных на сохранение водных биологических ресурсов и среды их обитания (Федеральный закон... от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ, Федеральный закон... от 3 июня 2006 г. № 73-ФЗ, Постановление Правительства РФ от 29 апреля 2013 г. № 380, Постановление Правительства РФ от 30 апреля 2013 г. № 384).

ОАО Институт «Гидропроект», являющимся генеральным проектировщиком Богучанского гидроузла, был разработан проект рыбозащитного комплекса для Богучанской ГЭС. Проект рыбоохранных мероприятий рассчитан для условий эксплуатации ГЭС на промежуточной отметке водохранилища на уровне 185 м и на проектной отметке 208 м (рис. 1).

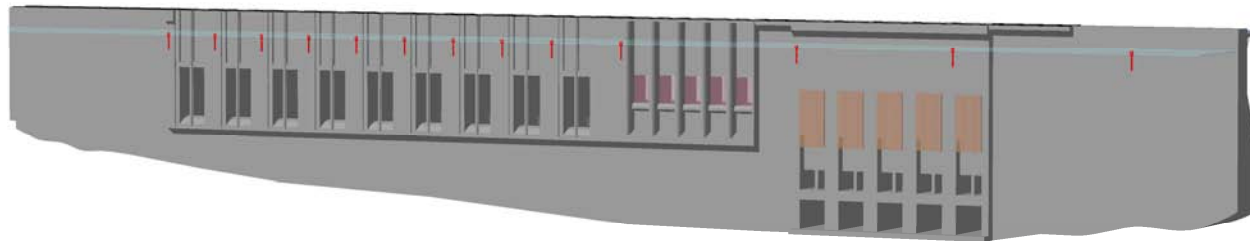


Рисунок 1. Общий вид станционной части плотины Богучанской ГЭС

Для защиты рыб от попадания в водоприёмники гидроузла проектом предусмотрено использование водоструйного рыбозащитного устройства (РЗУ), выполненного в виде комплекса насосно-силового оборудования, включающего 13 струегенераторов, формирующих систему гидравлических струй в верхнем горизонте потока над водоприемными окнами турбинных и водосбросных водоводов ГЭС (рис. 2, а).

Как указано в проектной документации, «струегенератор служит для создания транзитного течения вдоль водозаборного фронта бетонной плотины, предотвращающего попадание водных биологических ресурсов в водоприемные окна, и дальнейшей транспортировки в места оптимального обитания на каменно-набросной плотине».

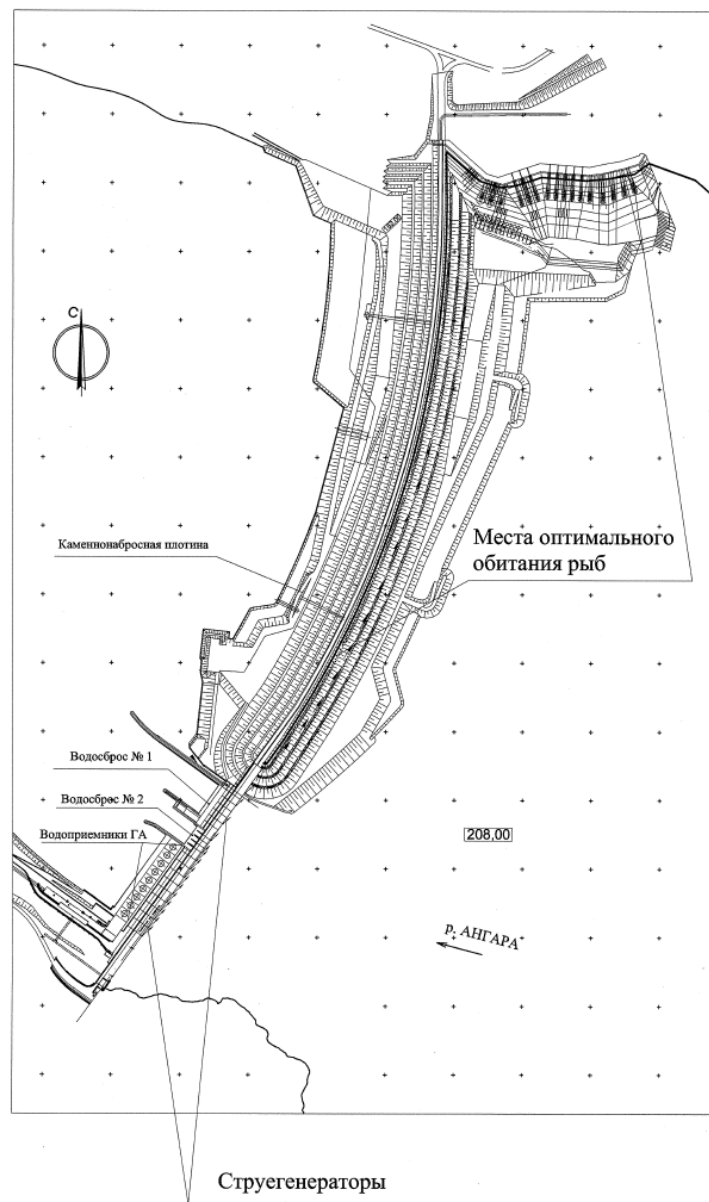
Для условий водоприемников гидроагрегатов (заглубление, скорость течения в водоприемном окне, ширина пролета) Институтом «Гидропроект» разработана конструкция струегенератора 1 (рис. 2, б). Как заявляют разработчики, «водяная струя, создаваемая струегенератором 1, рассчитана на отведение водных биологических ресурсов на расстояние 33 м со скоростью не менее 0,5 м/с».

Конструктивно струегенератор выполняется из двух труб (патрубков) – напорной и водозаборной, причем напорная труба меньшего диаметра располагается внутри водозаборной трубы большего диаметра (см. рис. 2, б). К напорной трубе, оборудованной соплами, подключается насос. В водозаборной трубе, выполняющей также функцию эжектора, соосно соплам устраивается камера смешения в виде щели, создающая плоскую водяную струю. «Восходящее течение формируется верхней и нижней наклонными кромками камеры смешения».

По замыслу разработчиков, струя воды должна транспортировать поверхностный слой потока и обитаемых в нем рыб от водоприемников ГЭС и водосбросов вдоль напорной грани бетонной плотины в направлении каменно-набросной плотины (см. рис. 2, а). Исходя из требований нормативной документации (СП 101.13330.2012), разработчиком которой является Институт «Гидропроект», для формирования гидравлического режима скорость транзитного течения воды v_{tr} должна не менее чем в 2,5 раза превышать сносящую скорость v_p для рыб наибольшего защищаемого размера, $v_{tr} \geq 2,5 v_{pmax}$, т.е. при заявленной скорости струйного потока 0,5 м/с размер защищаемых рыб будет доходить до 20 мм.

Рассмотрим рыбозащитное сооружение Богучанской ГРЭС и проанализируем его работу совместно с водозаборным сооружением с использованием метода математического моделирования, позволяющего максимально приблизить модель к фактическим условиям рассматриваемого водозаборного сооружения, провести качественную оценку работы РЗУ и его отдельных элементов, прогнозировать гидравлические и геометрические параметры, отвечающие требованиям, предъявляемым к средствам защиты рыб.

а)



б)

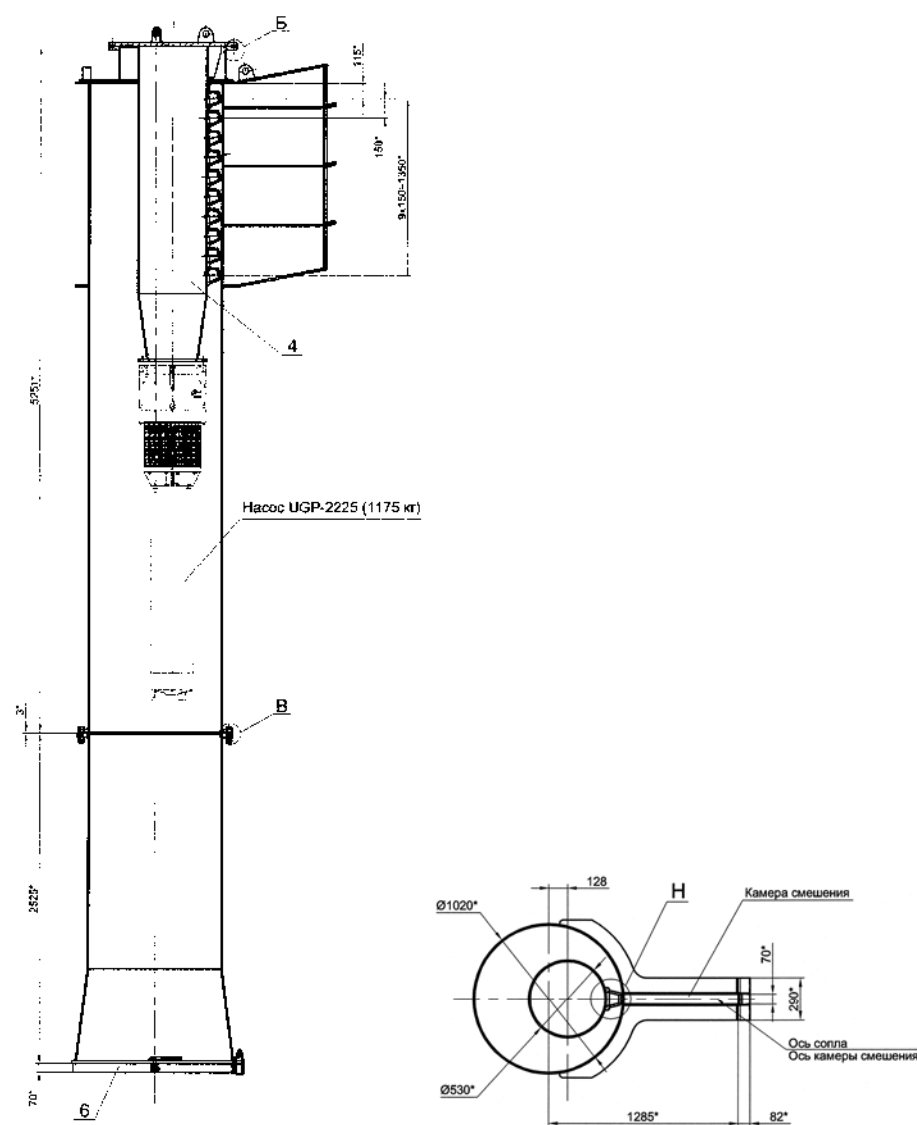


Рисунок 2. Компонировка сооружений Богучанского гидроузла (а) и общий вид струегенератора 1 (б)

Для создания струй струегенераторами используются десять погружных насосных агрегатов INDAR UGP-1225 мощностью 55 кВт каждый (подача $Q = 150$ л/с, напор $H = 13$ м) и три погружных насосных агрегата INDAR UGP-2225 мощностью 130 кВт каждый (подача $Q = 460$ л/с, напор $H = 13$ м).

Для анализа работы струегенератора проведено последовательное моделирование: определение общего расхода создаваемой струи (рис. 3), формы и дальности ее распространения (рис. 4–6), анализ работы струегенератора в комплексе с водозаборным окном (рис. 7–11).

Для определения общего расхода создаваемой струи осуществлено моделирование работы струегенератора *1* при подаче в его напорную трубу расхода 150 л/с (см. рис. 3).

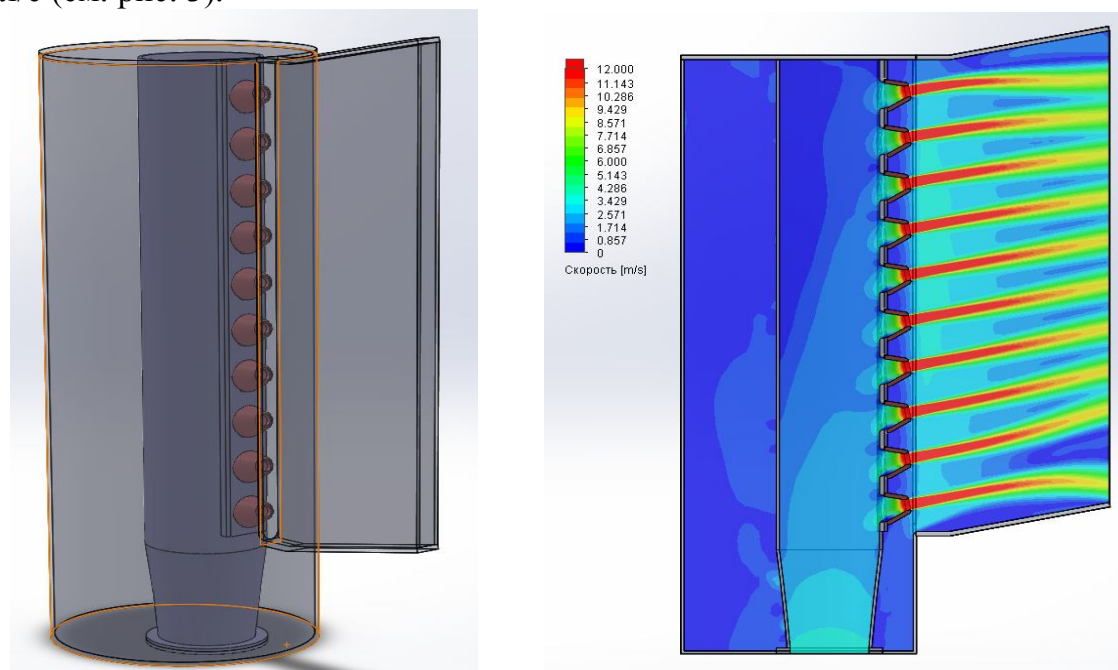


Рисунок 3. Модель струегенератора и результат расчета

Как показывает численный расчет, при производительности насоса 150 л/с общий расход через прямоугольное сопло струегенератора составит 350 л/с.

Моделирование распространения затопленной одиночной свободной плоской струи размерами 50×1540 мм с расходом 350 л/с без влияния водозаборного потока водоприемников гидроагрегатов приведено на рис. 4.

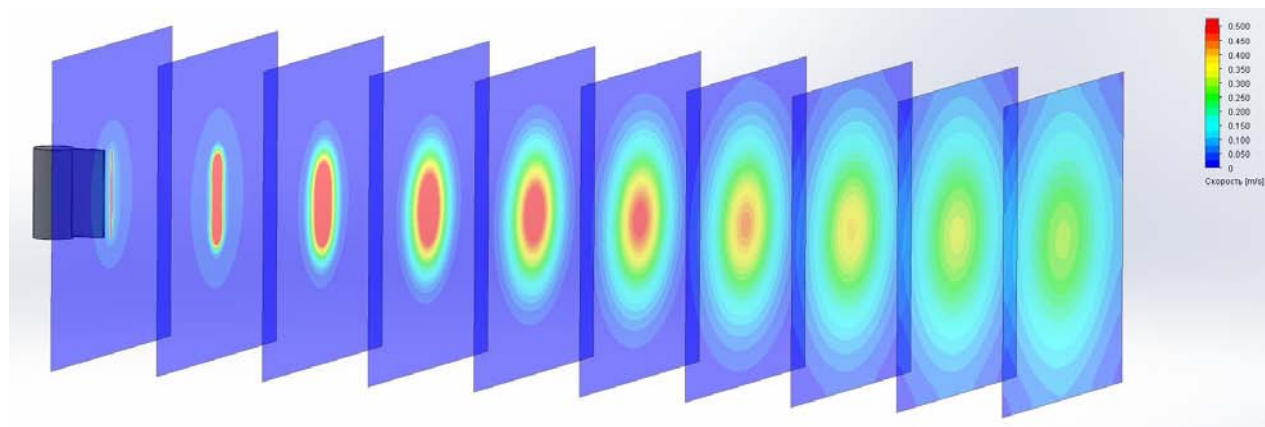


Рисунок 4. Изменение формы прямоугольной струи вдоль оси растекания

Моделирование показало, что поперечное сечение такой струи при выходе из прямоугольного отверстия сначала приобретает форму эллипса, а затем (на расстоянии 10 м) переходит в круг. Характеристики струи, такие как изменение формы и осевой скорости, хорошо согласуются с различными теоретическими и экспериментальными исследованиями (Лойцянский, 1950, Биркгоф, Сарантонелло, 1964, Вулис, Кашкаров, 1965, Дейли, Харлеман, 1971, Шлихтинг, 1974; Смыслов, 1979; Ван-Дайк, 1986, Абрамович, 2011).

Закономерность распределения скоростей промоделированной струи без учета воздействия водозаборного потока (см. рис. 5) показывает, что скорость на оси струи становится менее 0,5 м/с на расстоянии около 16 м от сопла струегенератора вместо заявленных 33 м, а на расстоянии более 26 м не превышает 0,3 м/с.

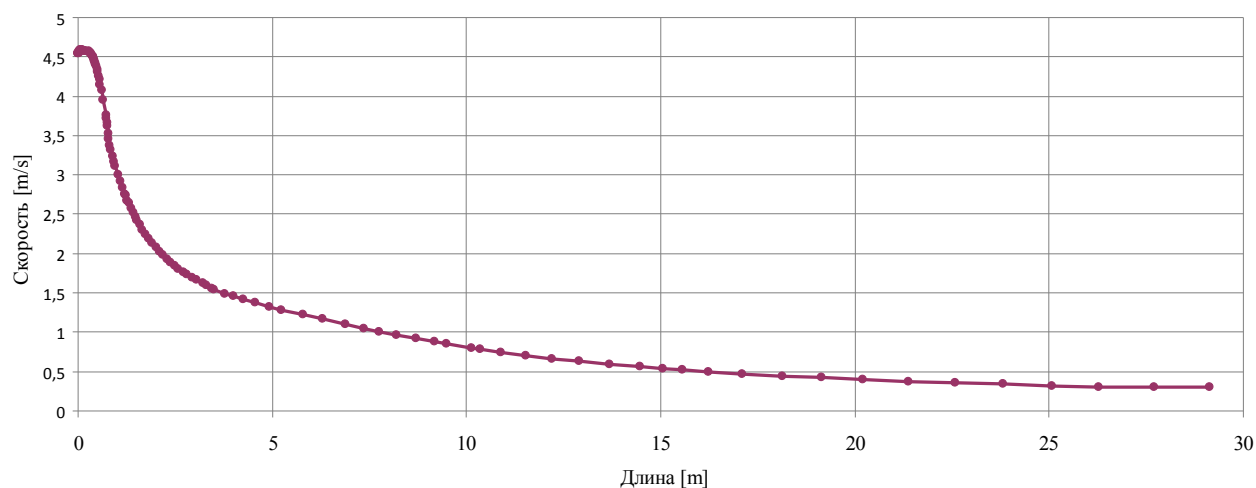


Рисунок 5. График осевой скорости плоской струи

Скорость на внешней границе турбулентной струи, где происходит эжектирование окружающей среды в тело струи, находится в интервале 0,1..0,15 м/с (см. рис. 6).

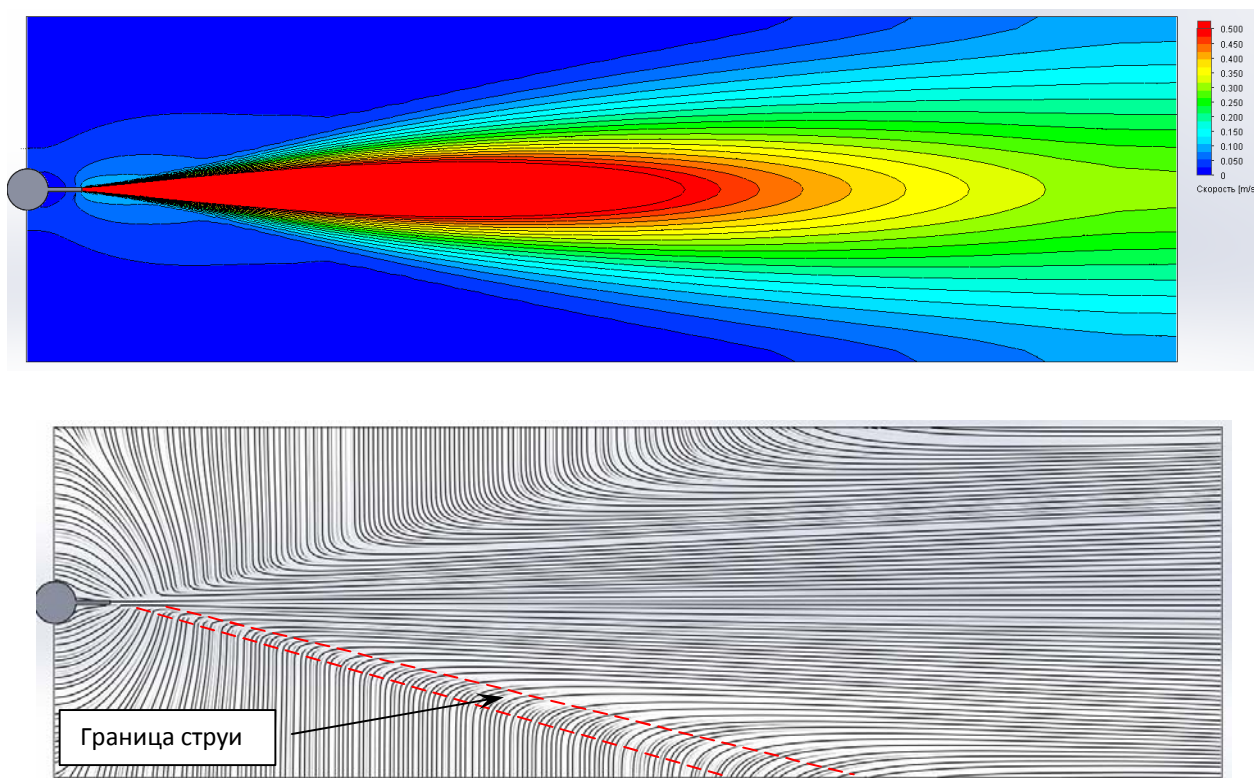


Рисунок 6. Распределение скоростей и линии тока в среднем сечении плоской струи

При этом нужно отметить, что, согласно СП 101.13330.2012, скорость, необходимая для вовлечения и транспортировки защищаемых рыб минимального размера (длиной 12 мм), составляет 0,3 м/с.

Следующим этапом моделирования стала оценка условий распространения нескольких плоских струй из струегенераторов производительностью по 350 л/с вдоль плотины при взаимодействии с водозаборным потоком, проходящим через водоприемные окна размером 17×25, расход через каждое из которых составляет по 500 м³/с (см. рис. 7).

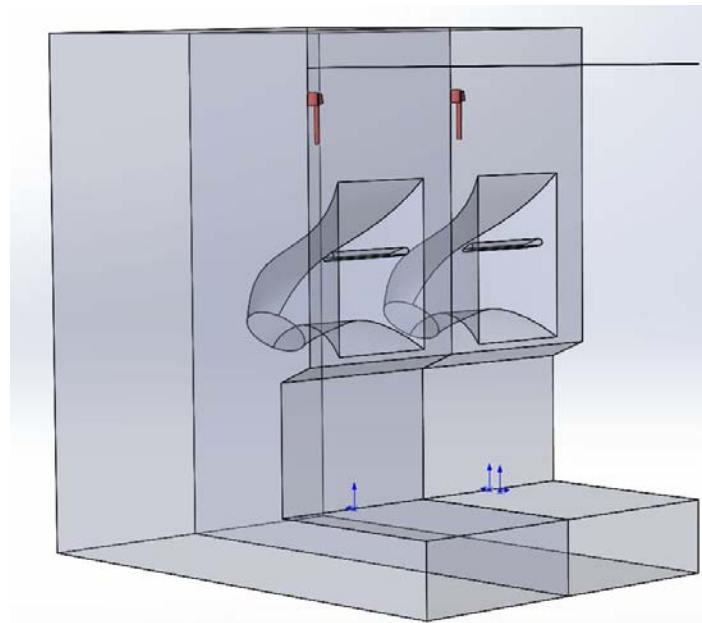
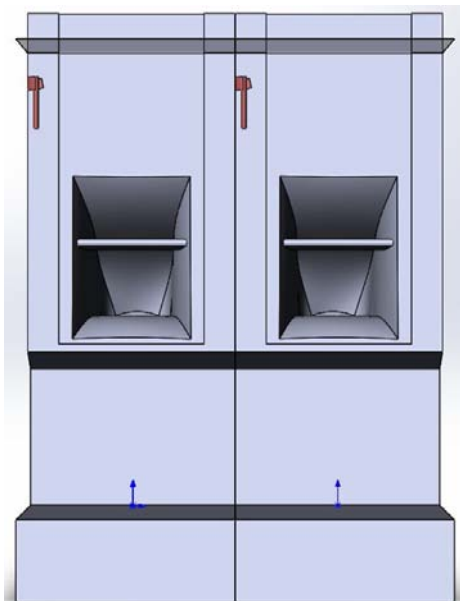
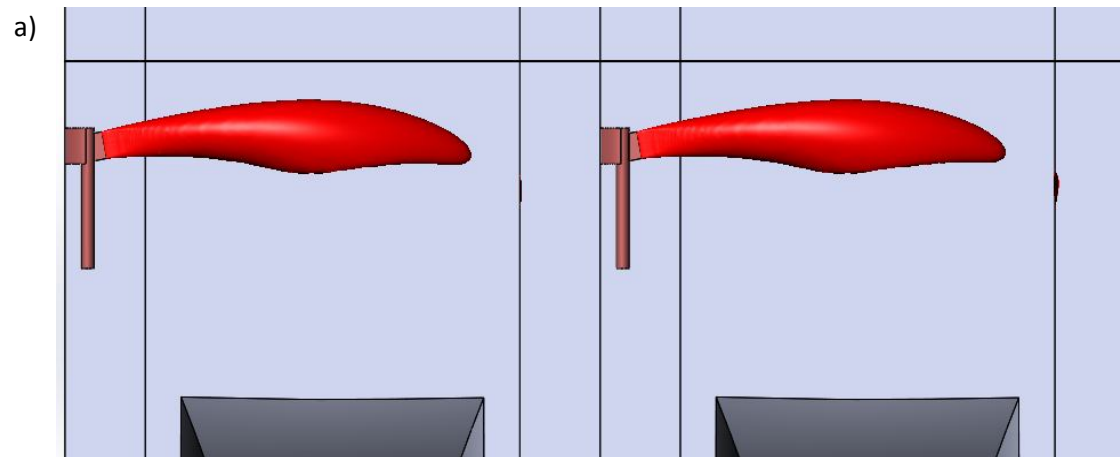


Рисунок 7. Внешний вид расчетной модели водозабора

Анализ результатов проведенного компьютерного моделирования показал, что области, в которых скорость потока превышает минимальную сносящую скорость $0,3 \text{ м/с}$, имеют длину не более 21 м и не достигают следующего струегенератора (см. рис. 8).



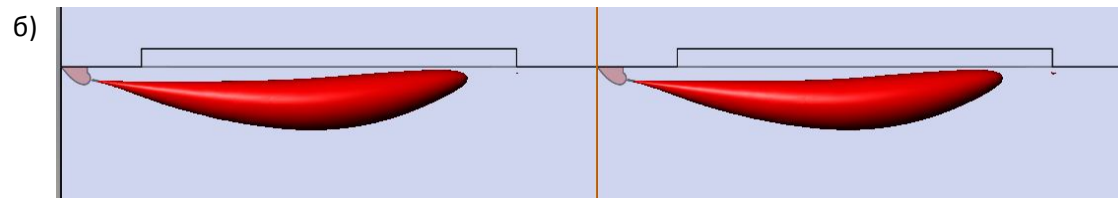


Рисунок 8. Изоповерхность скоростей 0,3 м/с: а) фронтальный вид, б) вид сверху

Трехмерная картина линий тока показывает, что струи, образуемые струегенераторами, под воздействием водозаборного потока ведут себя неустойчиво, распадаются и не образуют сплошного транзитного течения в горизонтальной плоскости (см. рис. 9).

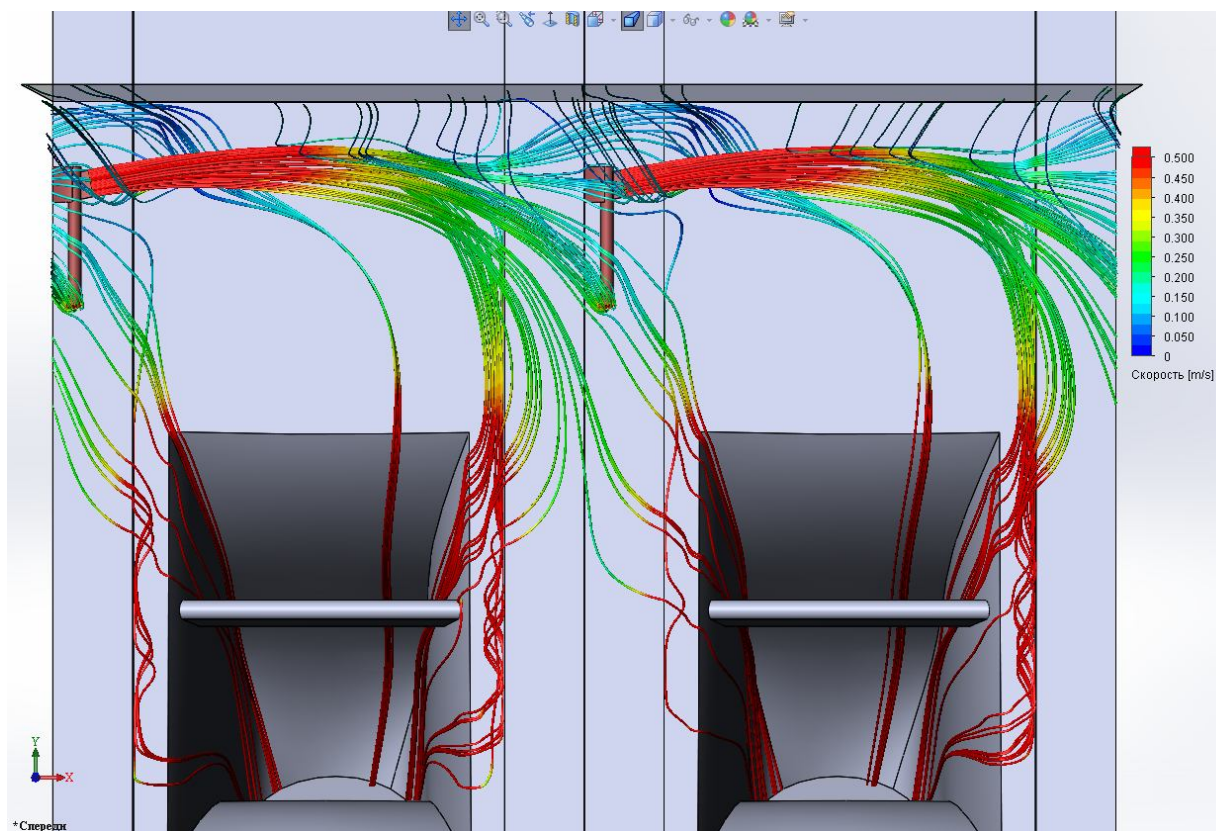


Рисунок 9. Линии тока, показывающие распространение струй в объеме

После прохождения крайнего створа водозаборного окна скорость потока в центральной части струи составляет 0,23 м/с (см. рис. 10).

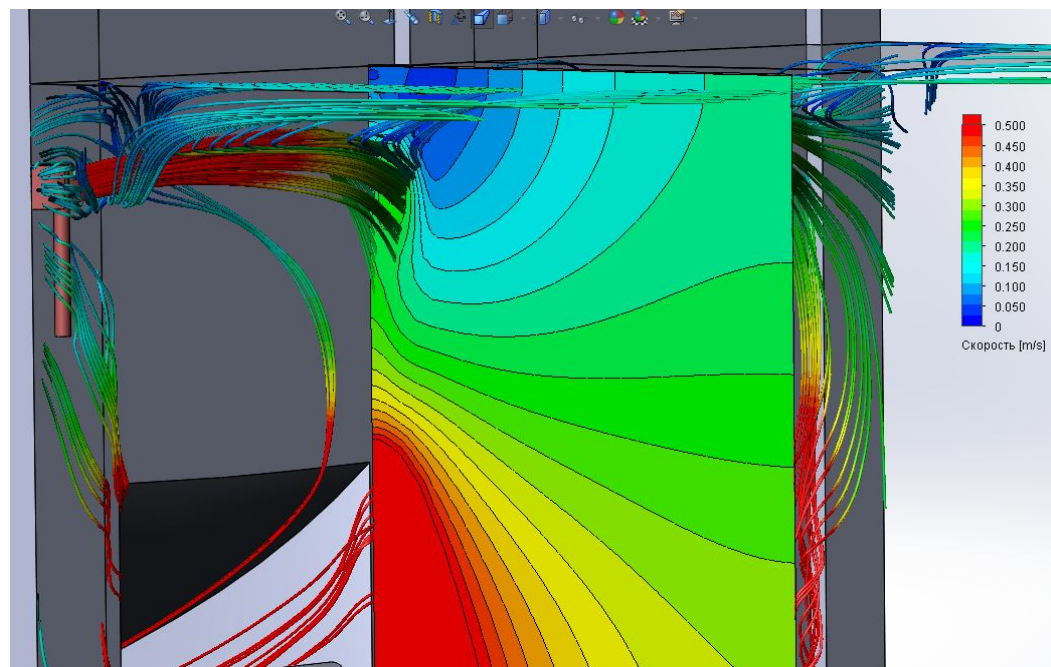


Рисунок 10. Линии тока и скорости в сечении крайнего створа водозаборного окна

При рассмотрении конечного участка струи при ее подходе к следующей струе, образуемой последующим струегенератором, видно, что только верхняя часть струи подходит со скоростью 0,1-0,18 м/с к последующей струе, в то время как средняя часть струи распределяется в насосный агрегат последующего струегенератора и в последующее водозаборное окно, а нижняя часть струи попадает в водозаборное окно (см. рис. 9, 11).

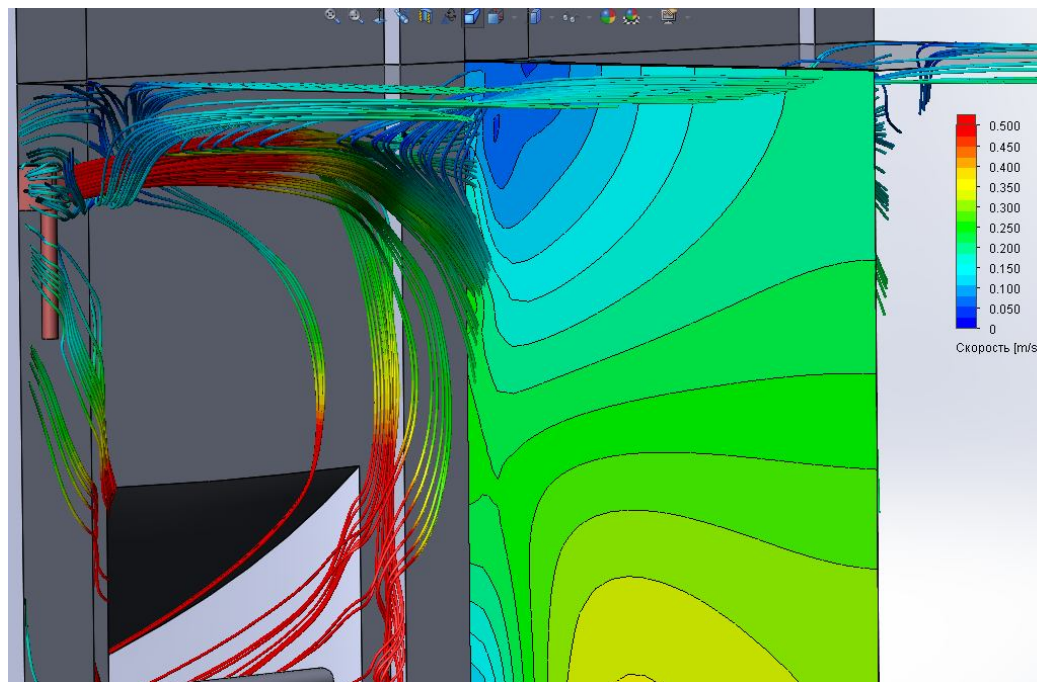


Рисунок 11. Линии тока и скорости в сечении между водозаборными окнами

Скорость сформированного струй потока 0,1-0,18 м/с гораздо ниже необходимой скорости транзитного течения воды v_{tr} по СП 101.13330.2012 даже для наименьшего защищаемого размера рыб 12 мм (0,3 м/с). Также необходимо отметить, что при скорости эжектируемого потока на внешней границе струи 0,1–0,15 м/с вовлечение в струю даже наименьшего размера защищаемых рыб не представляется возможным.

Предложенная компоновка рыбозащитного сооружения не обеспечивает создания транзитного потока со скоростью течения воды v_{tr} в соответствии с СП 101.13330.2012 для сноса и защиты рыб размерной группы от 12 мм и выше.

Существующие исследования (Павлов, 1979; Павлов, Пахоруков, 1983; Павлов, Скоробогатов, 2014) подтверждают тот факт, что в равномерном потоке при скоростях течения ниже критических все рыбы проявляют реореакцию и двигаются против течения. Ориентация рыб против течения связана с восприятием процесса сноса рыб относительно неподвижных ориентиров в окружающей среде. Основными рецепторами, с помощью которых рыбы способны ориентироваться в потоке воды, являются зрение, осязание, органы равновесия и органы боковой линии. Неоднородность поля скоростей и направлений течения рыбы, обитающие в толще воды, анализируют чаще всего с помощью зрения и органов боковой линии и избегают столкновения с данными участками потока.

Исследования взаимодействия рыбы и экранов из струй (Салиенко и др., 2007) показывают, что рыба проявляет оборонительную реакцию при контакте с внешним пограничным слоем потока, образованного струями потокообразователя. Даже при принудительном запуске рыб в зону действия потокообразователя только единичные особи попадали в центральную часть струй.

При формировании струями потока в условиях рыбозащитного сооружения Богучанской ГЭС рыба, реагируя на изменение скорости и направления водозаборного потока, будет скапливаться в створе водозаборного окна, держась у внешней границы струи с водозаборным потоком, и осуществлять свободные перемещения вдоль всего фронта водозаборной плотины по всей толще потока в поисках участков с наиболее оптимальными для нее скоростью и направлением потока, что значительно повысит вероятность попадания рыбы в водозабор.

Литература

- Абрамович Г.Н.* Теория турбулентных струй. Репринтное воспроизведение издания 1960 г. – М.: ЭКОЛИТ, 2011. – 720 с.
- Алямовский А.А.* Solid Works Simulation. Как решать практические задачи. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 448 с.
- Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В., Харитонович А.И., Пономарев Н.Б.* Solid Works 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 1040 с.
- Биркгоф Г., Сарантонелло Э.* Струи, следы и каверны / пер. с англ. – М.: Мир, 1964. – 466 с.
- Ван-Дайк М.* Альбом течений жидкости и газа каверны / пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 184 с.
- Вулис, Л.А., Кашкарров В.П.* Теория струй вязкой жидкости. – М.: Наука, 1965. – 432 с.
- Дейли, Дж., Харлеман Д.* Механика жидкости / пер. с англ. – М.: Энергия, 1971. – 480 с.
- Исаев А.И., Карпова Е.И.* Рыбное хозяйство водохранилищ. Справочник. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: ВО «Агропромиздат», 1989. – 255 с.
- Лойцянский, Л.Г.* Механика жидкости и газа. – М.-Л.: Гостехиздат, 1950. – 676 с.
- Павлов Д.С.* Биологические основы управления поведением рыб в потоке воды. - М.: Наука, 1979. - 319 с.
- Павлов Д.С., Пахоруков А.М.* Биологические основы защиты рыб от попадания в водозаборные сооружения. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. - 264 с.
- Павлов Д.С., Скоробогатов М.А.* Миграции рыб в зарегулированных реках. - М.: Т-во научных изданий КМК, 2014. - 413 с.
- Постановление Правительства РФ от 29 апреля 2013 г. N 380 «Об утверждении Положения о мерах по сохранению водных биологических ресурсов и среды их обитания».
- Постановление Правительства РФ от 30 апреля 2013 г. N 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».
- Проектная документация. 255.26-5-08-46. Богучанская ГЭС на Ангаре. Рыбоохранные мероприятия. Рыбозащитное сооружение. 2012 г.

Салиенко С.Н., Михайлов Н.Н., Блохин И.С. и др. Исследования эффективности защиты рыб жалюзийными РЗУ // Охрана и возобновление гидрофлоры и ихтиофауны / Труды АВН. – Новочеркасск, 2007. – Вып. 6. - С. 46–53.

Смыслов В.В. Гидравлика и аэродинамика. Учебник для вузов / пер. с укр., перераб. и доп. – Киев: Высшая школа, 1979. – 336 с.

СП 101.13330.2012 «Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.06.07-87».

Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ.

Федеральный закон «О введении в действие Водного кодекса Российской Федерации» от 3 июня 2006 г. № 73-ФЗ.

Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя / пер. с нем. – 5-е изд., испр. – М.: Наука, 1974. – 712 с.

APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELING FOR ANALYSIS OF WORKING CONDITIONS OF THE FISH PROTECTION COMPLEX AT BOGUCHANSKAYA HYDROPOWER PLANT

D.N. Novikov^{1,2}, S.N. Salienko², P.A. Mikheev¹, Obrazenko²

¹ *Novocherkassk Engineering and Land Reclamation Institute, Novocherkassk, mikheev.pa@gmail.com*

² *LLC Osanna, Engels, osannass@mail.ru*

The analysis of working conditions of the fish protection complex at Boguchanskaya hydropower plant is given. The problem of fish protection by preventing fish involvement into the power intakes is examined. Taking into account mathematical modeling results, there were analyzed the hydraulic conditions, layout and constructive conditions in the upstream of the hydroscheme and engineering solutions accepted.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОПУЛЯЦИИ ЛЕЩА *ABRAMIS BRAMA* ПОД ДЕЙСТВИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ (НА ПРИМЕРЕ ВОДОЕМОВ ГОРОДА СУРГУТА)

А.Л. Павленко

БУ ВО «Сургутский государственный университет», Сургут, vandras81@mail.ru

Урбанизация городов приводит к интенсивной трансформации природных комплексов, что ухудшает состояние природной среды. В меняющихся условиях окружающей среды под действием антропогенного воздействия особое значение приобретает оценка экологического состояния живых объектов. Исследования на антропогенно преобразованных территориях в настоящее время считаются актуальными. В течение длительного времени на таких территориях формируются виды-убиквисты в почвах, внутренних водоемах, наземных биотопах, которые играют важную роль в поддержании экологического равновесия природных комплексов (Вершинин, 2007). Помимо расширения городской среды урбатерриторий (густонаселенные участки, промышленное производство), увеличивается загрязнение внутренних водоемов сточными водами промышленных предприятий, жилищно-коммунальных служб.

Внутренние водоемы г. Сургута - место отдыха населения, где происходит спортивная и любительская ловля рыб; на р. Черной расположен транспортный узел (речной порт), на водохранилище осуществляют свою деятельность рыбохозяйственные организации. Все это в определенной степени оказывает негативное влияние на водную экосистему, может вызывать травмы, аномалии живых организмов. Под действием внешних факторов происходит вариабельность морфологических показателей рыб, которые могут уменьшаться или увеличиваться (Столбунов, 2005; Петрачук и др., 2013).

Лещ *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) в водоемах Ханты-Мансийского автономного округа является акклиматизантом, распространен в Обь-Иртышском бассейне повсеместно, на некоторых участках доминирует среди местных аборигенных видов рыб (Судаков, 1977; Мухачев, 2006; Петрачук и др., 2012).

Материал и методы исследований. Исследования осуществлялись в весенне-осенний период 2012–2014 гг. на разнотипных внутренних водных объектах г. Сургута (озеро Соровое, р. Черная, водохранилище ГРЭС). Морфологический анализ (22 пластических и 6 меристических признаков) проводили по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Зиновьев, Мандрица, 2003) на одновозрастных особях леща. Достоверность различий выборок оценивали с помощью *t*-критерия Стьюдента, показатель доминирования вычисляли при помощи индекса Бергера-Паркера (*d*) (Ивантер, Коросов, 2003).

Результаты и их обсуждение. Видовой состав ихтиофауны г. Сургута исследуемых водоемов сходен: озеро Соровое включает 7 видов (лещ, язь, плотва, серебряный карась, речной окунь, обыкновенный ерш, обыкновенная щука); р. Черная - 11 видов (лещ, язь, елец, плотва, серебряный карась, речной окунь, обыкновенный судак, обыкновенный ерш, обыкновенная щука, канальный сомик,

налим); водохранилище ГРЭС – 9 видов (лещ, язь, плотва, серебряный карась, речной окунь, обыкновенный судак, обыкновенный ерш, обыкновенная щука, канальный сомик). В р. Черной и в оз. Соровом доминантом является плотва ($d = 0,5$ и $d = 0,6$ соответственно), в водохранилище ГРЭС – канальный сомик ($d = 1,9$) (Павленко, Стариков, 2015).

Анализ меристических признаков (см. таблицу) выборок одновозрастных групп леща р. Черная/ГРЭС и Черная/Соровое показал статистические различия средних значений по 4 признакам: количеству лучей в спинном, анальном и грудных плавниках, числу чешуй в боковой линии. В группах сравнения ГРЭС/Соровое отличия только по количеству лучей спинного плавника ($t(38) = 12,5$, при $p < 0,05$). Вариабельность выборок леща Черная/ГРЭС, Черная/Соровое, ГРЭС/Соровое отсутствовала по двум признакам: числу лучей в брюшном плавнике и числу глоточных зубов.

При анализе 22 пластических признаков леща отмечены различия по 14 признакам выборок Черная/ГРЭС, Черная/Соровое. В выборке ГРЭС/Соровое расхождения были по 8 признакам.

Увеличение высоты тела и уменьшение размеров головы могут свидетельствовать о благоприятных условиях для обитания рыб семейства Карповые (Дрягин, 1949). Нами было отмечено снижение размеров головы особей оз. Соровое ($ao = 36$ мм), увеличение высоты тела ($gh = 58,8$) зафиксировано для особей водохранилища ГРЭС, однако мы не можем утверждать о благоприятных условиях для нагула популяции леща.

Возрастные группы леща обследуемых водоемов не имеют существенного варьирования: р. Черная - 2-6-летки (4+ - 35%), водохранилище ГРЭС - 2-5-летки (3+ и 4+ - по 29%), оз. Соровое - 3-5-летки (3+ и 5+ - по 50%).

Соотношение полов популяции леща исследуемых водных объектов было близко 1:1 (р. Черная - $\chi^2 = 0,1$, $p < 0,05$, водохранилище ГРЭС - $\chi^2 = 0,5$, $p < 0,05$, оз. Соровое - $\chi^2 = 0,6$, $p < 0,05$).

Морфометрические признаки леща в возрасте 3-3+ внутренних водоемов г. Сургута

Признак, мм	Река Чёрная $n = 20$, min-max ($M \pm m$)	Водохранилище ГРЭС $n = 20$, min-max ($M \pm m$)	Озеро Соровое $n = 20$, min-max ($M \pm m$)
ab	136,2-225,6 (200±6,3)	174,5-225,2 (208,8±5,8)	164-230,1 (205,1±5,4)
ad	108,4-179,3 (156,4±5,1)	142,4-178,1 (161,1±4,04)	123,2±180 (159,2±3,1)
an	8,5-12,2 (10,1±0,2)	8,3-10,9 (9,5±0,3)	9-10,1 (9,5±0,1)
np	10,6-10,7 (10,6±0,01)	8,2-10,6 (9,1±0,1)	9,2-10,1 (9,8±0,2)
po	15,9-20,6 (18,1±0,4)	15,1-20,2 (17,6±0,6)	16,3-19,7 (18,4±0,5)
lm	23,2-36 (28,3±1,1)	23,1-32,7 (27,9±1,2)	24,1-33,3 (26,8±1,1)
Ширина лба	12,5-17,7 (14,6±0,3)	12,9-16,6 (14,3±0,5)	13,2-16,1 (14,1±0,4)
Наибольшая толщина тела	11,8-22 (18,1±0,6)	15,6-20,5 (18,1±0,5)	13-19,9 (17,9±0,5)
ao	33,1-42,7 (38,7±0,6)	33,3-41,4 (37,5±1,02)	34-40,9 (36±0,3)
gh	36,5-68,5 (56,1±2,3)	53-65,8 (58,8±1,6)	45,1-62,1 (51,2±1,1)

ik	11,5-19,2 (15,8±0,6)	14,9-19,1 (17,1±0,5)	15,1-19,1 (16,9±0,4)
aq	81,4-104,7 (96,1±1,9)	83,6-103,6 (93,6±2,7)	81,8-102,2 (94,5±1,5)
rd	48,6-66,3 (58,4±1,2)	48,7-62,6 (56,1±1,6)	49,1-65,2 (57,2±1,4)
vz	30-44,5 (37,3±1,1)	32,4-43,6 (36,3±1,5)	31,1-42,1 (35,9±0,6)
zy	29-38,1 (33,9±0,6)	30-34,8 (33,1±0,6)	29,9-35,9 (32,8±0,6)
fd	19-59,3 (28,1±2,9)	17,4-56,1 (26,1±4,4)	18,5-57,2 (27,5±3,3)
qs	15,5-39,5 (21,9±1,3)	18,4-40,5 (22,9±2,5)	17,1-39,9 (21,8±1,9)
tu	24,6-49,2 (40,2±1,9)	28,8-48,9 (39,1±2,5)	28,1-48,3 (40,1±1,8)
yy ₁	18,6-48,1 (43,4±1,7)	39,9-48,3 (45,6±1,1)	24-47,9 (44,2±1,2)
ej	20,6-36 (30,3±1,1)	21,5-34,9 (29,9±1,4)	20,8-35,9 (29,5±1,3)
vx	26-38,9 (34,8±0,8)	31,3-38,5 (35,2±1,01)	28-37,8 (35±0,8)
zz ₁	20,9-34,3 (30,3±0,9)	27,2-34,5 (30,1±0,8)	20,9-34,1 (29,9±1,1)
D	10-13 (11,8±0,09)	10-13 (11,5±0,08)	10-13 (11±0,2)
A	23-29 (25,8±0,3)	23-29 (26,1±0,5)	23-29 (26±0,3)
PR\L	13-17 (15±0,9)/13-17 (15±0,2)	15-17(16±0,3)/14-16(15±0,2)	15-16 (16±0,1)/14-16 (15±0,2)
VR\L	9/9	9/9	9/9
Число чешуй в боковой линии	49-60 (45,8±1,1)	52-58 (46,2±0,1)	49-60 (45±1,1)
Число глоточных зубов R\L	5/5	5/5	5/5

Обозначения: **ab** - длина тела до конца чешуйного покрова, **ad** - стандартная длина тела, **an** - длина рыла, **np** - диаметр глаза, **po** - заглазничный отдел головы, **lm** - высота головы у затылка, **ao** - длина головы, **gh** - наибольшая высота тела, **ik** - наименьшая высота тела, **aq** - антедорсальное расстояние, **rd** - постдорсальное расстояние, **vz** - расстояние между грудным и брюшным плавниками, **zy** - расстояние между брюшным и анальным плавником, **fd** - длина хвостового стебля, **qs** - длина основания спинного плавника, **tu** - наибольшая высота спинного плавника, **yy₁** - длина основания анального плавника, **ej** - высота анального плавника, **vx** - длина грудного плавника, **zz₁** - длина брюшного плавника; **D** - спинной плавник, **A** - анальный плавник, **P** - грудной плавник, **V** - брюшной плавник; R\L - правая/левая стороны, **M** - среднее значение, **m** - стандартная ошибка. Жирным курсивом выделены признаки, по которым не было статистически значимых отличий.

В 2013 г. в ихтиофауне р. Черной среди отловленных видов рыб преобладал лещ. Однако в целом за период 2012-2014 гг. одним из доминирующих видов речной ихтиофауны, относящихся к семейству Карповые, является плотва, хотя лещ использует большую часть кормовой базы и оказывается в выигрышном положении по отношению к другим видам «мирных» рыб благодаря своей экологической пластичности (Экология рыб..., 2006).

В оз. Сором отмечено преобладание среди хищных видов рыб речного окуня (65%), среди мирных – плотвы (82%).

В водохранилище ГРЭС абсолютным доминантом признан канальный сомик, так как температура воды здесь всегда выше, чем в естественных водоёмах, что является одним из важнейших факторов, определяющих существование рыб в водоёме. Данный вид также характеризуется высокой приспособляемостью к условиям среды и большой пластичностью при переходе на питание с одного объекта на другой.

Заключение

Анализ пластических и меристических признаков показал, что расхождение популяций леща исследуемых водоемов связано с географическим отдалением этих водных объектов друг от друга, что свидетельствует о разных экологических условиях.

Меньше всего достоверных различий между выборками по морфологическим признакам леща водохранилища ГРЭС и оз. Соровое, что, возможно, связано со сходными гидрологическими и гидрохимическими условиями.

В целом морфологические показатели леща исследуемых водоемов отличаются по 14 пластическим (63%) и 4 меристическим признакам (67%), что может свидетельствовать о разных экологических группах, имеющих генетическую разобщенность.

Литература

- Вершинин В.Л.* Биота урбанизированных территорий. - Екатеринбург: Изд-во УрГУ, 2007. - 85 с.
- Дрягин П.А.* Биоэкологические группы рыб и их происхождение // Докл. АН СССР. - 1949. - Т. 66. - №. 1. - С. 12-31.
- Зиновьев Е.А., Мандрица С.А.* Методы исследования пресноводных рыб. Учебное пособие. - Пермь: Изд-во Пермск. ун-та, 2003. - 115 с.
- Ивантер Э.В., Коросов А.В.* Введение в количественную биологию. Учебное пособие. - Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. - 304 с.
- Мухачев И.С.* Акклиматизация рыб в водоемах Обь-Иртышского бассейна // Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. - М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. - С. 377 -378.
- Павленко А.Л., Стариков В.П.* Карповые (Cyprinidae) урбанизированной и ненарушенной территорий Среднего Приобья // Вестник КрасГАУ. - 2015. - № 10. - С. 39– 44.
- Петрачук Е.С., Янкова Н.В.* Рост леща *Abramis brama* (L., 1758) на различных участках Обь-Иртышского бассейна // Аграрный вестник Урала. - 2012. - № 11 (103). - С. 64–66.
- Петрачук Е.С., Янкова Н.В., Крохалевский В.Р.* Экологическая изменчивость морфометрических признаков леща *Abramis brama* (L., 1758) Обь-Иртышского бассейна // Аграрный вестник Урала. - 2013. - № 1 (107). - С. 55-57.
- Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. - М.: Пищевая пром-сть, 1966. - 376 с.
- Столбунов И.А.* Изменчивость морфологических показателей леща *Abramis brama* в водоемах Верхней Волги // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. - 2005. - Т. 2. - №. 13. - С. 189–192.
- Судаков В.М.* Рыбы озёр Ханты-Мансийского округа и их биология. Рыбное хоз-во Обь-Иртышского бассейна. - Свердловск: Средне-Уральское кн. изд-во, 1977. - 19 с.
- Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. - М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. - 596 с.

**THE APPLICATION OF SOME MORPHOLOGICAL PARAMETERS
FOR THE ASSESSMENT OF BREAM *ABRAMIS BRAMA* POPULATION UNDER THE INFLUENCE
OF ANTHROPOGENIC FACTORS (FOR EXAMPLE, THE CITY OF SURGUT RESERVOIRS)**

A.L. Pavlenko

Surgut State University, Surgut, vandras81@mail.ru

This article discusses some of the environmental characteristics of the population of bream waters of Surgut. The analysis of morphological parameters, studied the age and sex structure.

[СОДЕРЖАНИЕ](#)

ОЦЕНКА СЕГОЛЕТОК И ДВУХЛЕТОК ЛАДОЖСКОЙ ПАЛИИ (*S. ALPINUS COMPLEX*) ПО РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫМ И РЕПРОДУКТИВНЫМ ПРИЗНАКАМ

А.А. Павлисов

ФГБУ «ФСГЦР», Ленобласть, пос. Пониша, wilddecorations@list.ru

Контроль над активно протекающими процессами онтогенеза необходим для изучения роста и развития молоди заводских стад рыб. При искусственном разведении большое внимание уделяют процессам соматического и генеративного роста, их взаимодействию между собой, а также влиянию на них условий окружающей среды. Развитие воспроизводительной системы у рыб начинается на ранних стадиях онтогенеза, вследствие чего необходимо проводить исследование гонад у неполовозрелых рыб для определения соотношения полов в неполовозрелом стаде, степени развития половых органов и обнаружения возможных отклонений или заболеваний органов репродуктивной системы.

Благодаря внедрению в рыбоводную практику методики ультразвукового исследования (УЗИ) существует прижизненный способ выявления состояния гонад и определения пола у рыб. Этот способ хорошо зарекомендовал себя при разведении поздносозревающих видов рыб. Однако в отличие от посмертной оценки он отображает только общую картину. Одним из более объективных показателей динамики созревания и оценки состояния воспроизводительной системы рыб является гонадосоматический индекс.

Целью данного исследования стало проведение комплексной оценки сеголеток и двухлеток заводского стада ладожской палии. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: провести оценку размерно-весовых признаков случайно выбранной группы особей и выполнить общий статистический и корреляционный анализ полученных данных. Качественную оценку корреляционных связей осуществляли по шкале Чеддока.

Оценку рыб проводили по размерно-весовым признакам: массе тела, длине тела по Смиту, длине головы, высоте тела, толщине тела, массе гонад. На основании полученных данных были рассчитаны основные коэффициенты и индексы: коэффициент упитанности, индекс прогонистости, индекс длины головы, индекс толщины тела, гонадосоматический индекс (ГСИ). Последний устанавливали как отношение массы гонад к массе тела рыбы с внутренностями, выраженное в процентах. Весь материал был обработан статистически на ПК с использованием пакета анализа в программе EXEL по методикам Н.А. Плохинского и Е.К. Меркурьевой (Плохинский, 1969; Меркурьева, 1983).

Объектами первого этапа исследований стали 50 сеголеток ладожской палии. Результаты статистического анализа полученных данных приведены в табл. 1. Было выявлено соотношение полов 1:1.

Таблица 1. Характеристика сеголеток ладожской палии (n = 50)

Показатели	min	max	$\bar{X} \pm Mx$	σ	Cv, %
Масса тела, г	52,0	152,0	$110,1 \pm 2,8$	19,8	18,0
Длина тела, см	17,5	25,5	$22,2 \pm 0,2$	1,5	6,8
Длина головы, см	3,2	4,5	$4,1 \pm 0,04$	0,3	6,8
Высота тела, см	3,5	5,2	$4,3 \pm 0,05$	0,3	7,9
Толщина тела, см	1,7	2,9	$2,3 \pm 0,03$	0,2	11,0
Масса гонад, мг	4,8	179,0	$91,2 \pm 7,0$	49,4	54,4
Гонадосоматический индекс, %	0,005	0,16	$0,08 \pm 0,006$	0,04	49,2
Коэффициент упитанности	0,77	1,3	$1,0 \pm 0,01$	0,09	9,4
Индекс прогонистости	4,5	5,9	$5,2 \pm 0,05$	0,32	6,1
Индекс длины головы, %	16,8	21,0	$18,6 \pm 0,13$	0,9	4,9
Индекс толщины тела, %	8,3	12,3	$10,2 \pm 0,13$	0,93	9,1

Исследованная группа рыб характеризовалась довольно низким уровнем изменчивости по массе тела и экстерьерным признакам, за исключением толщины тела. Масса гонад, и как следствие гонадосоматический индекс, напротив, характеризовались высоким уровнем вариабельности. Максимальный показатель массы гонад превышал минимальный в 37 раз. Гонадосоматический индекс в среднем составил 0,08%.

Корреляционный анализ ($p > 0,05$) (табл. 2) выявил умеренную связь между массой гонад и массой тела ($r = 0,49$), а также между всеми линейными признаками: масса гонад – длина тела ($r = 0,47$), масса гонад – толщина тела ($r = 0,44$). Между массой гонад и высотой тела связь слабая ($r = 0,27$).

Таблица 2. Корреляционный анализ сеголеток палии

Показатели	Масса тела, г	Длина тела, см	Длина головы, см	Высота тела, см	Толщина тела, см	Масса гонад, г	ГСИ, %
Масса тела, г	1						
Длина тела, см	0,89	1					
Длина головы, см	0,68	0,75	1				
Высота тела, см	0,75	0,68	0,58	1			
Толщина тела, см	0,63	0,55	0,46	0,51	1		
Масса гонад, мг	0,49	0,47	0,26	0,27	0,44	1	
ГСИ, %	0,22	0,24	0,09	0,07	0,28	0,95	1

Повторное исследование проводили на 15 особях ладожской палии в возрасте двух лет. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3. Характеристика двухлеток ладожской палии (n = 15)

Показатели	min	max	$\bar{X} \pm M_x$	σ	Cv, %
Масса тела, г	329,0	807,0	$560,9 \pm 39,0$	151,1	26,9
Длина тела, см	31,0	44,0	$37,9 \pm 0,9$	3,5	9,3
Длина головы, см	6,0	8,0	$6,9 \pm 0,2$	0,6	8,8
Высота тела, см	6,0	8,4	$7,3 \pm 0,2$	0,7	9,6
Толщина тела, см	3,2	5,0	$4,0 \pm 0,1$	0,6	14,1
Масса гонад, г	0,5	2,5	$1,1 \pm 0,1$	0,6	52,7
Гонадосоматический индекс, %	0,1	0,4	$0,2 \pm 0,03$	0,1	54,5
Коэффициент упитанности	0,8	1,4	$1,0 \pm 0,04$	0,1	14,0
Индекс прогонистости	4,4	5,8	$5,2 \pm 0,1$	0,3	6,4
Индекс длины головы, %	17,2	19,4	$18,2 \pm 0,2$	0,6	3,4
Индекс толщины тела, %	8,7	12,2	$10,6 \pm 0,2$	1,0	9,0

Среднее значение массы тела увеличилось в 5 раз и достигло 560,9 г, а длина тела – в 1,7 раза и в среднем составила 37,9 см. Возрос уровень изменчивости по массе тела с 18 до 26,9%. Индекс толщины тела сохранил высокий уровень вариации по отношению к остальным экстерьерным признакам. Масса гонад в среднем увеличилась в 12 раз и составила 1,1 г, что непосредственно отразилось на величине гонадосоматического индекса, который в среднем вырос до 0,2%.

У двухлеток (табл. 4) наблюдалась заметная отрицательная связь ГСИ с длиной тела и длиной головы, и умеренная отрицательная связь ГСИ с высотой и толщиной тела. Достоверных связей массы гонад с каждым из исследуемых признаков выявлено не было.

Таблица 4. Корреляционный анализ двухлеток палии

Показатели	Масса тела, г	Длина тела, см	Длина головы, см	Высота тела, см	Толщина тела, см	Масса гонад, г	ГСИ, %
Масса тела, г	1						
Длина тела, см	0,91	1					
Длина головы, см	0,88	0,94	1				
Высота тела, см	0,91	0,76	0,71	1			
Толщина тела, см	0,93	0,80	0,77	0,94	1		
Масса гонад, г	-0,06	-0,23	-0,27	0,09	0,02	1	
ГСИ, %	-0,53	-0,64	-0,67	-0,33	-0,41	0,86	1

Анализируя приведенные выше данные, следует заключить, что развитие воспроизводительной системы тесно сопряжено с увеличением массы и размеров тела рыбы. На ранних стадиях развития у сеголеток ладожской палии был выявлен низкий уровень развития гонад, их доля в весовом эквиваленте не превышала сотых долей процентов ($ГСИ = 0,08\%$). На этой стадии онтогенеза наблюдается преобладание весового и линейного роста над генеративным. Однако по достижении двухлетнего возраста масса тела в среднем возросла в 5, а масса гонад – в 12 раз, что свидетельствует об активации процессов генеративного роста в этом возрасте. Продолжается высокое накопление энергетических запасов, но значительная их часть расходуется на генеративный обмен.

Для полного анализа была проведена оценка самцов и самок отдельно друг от друга. Результаты представлены в табл. 5, 6.

Таблица 5. Характеристика самок (n = 24)

Показатели	min	max	X	M_x	σ	Cv, %
Масса тела, г	86,00	152,00	117,38	3,43	16,79	14,31
Длина тела, см	20,30	25,50	22,65	0,25	1,23	5,41
Длина головы, см	3,70	4,50	4,16	0,05	0,26	6,22
Высота тела, см	3,90	4,70	4,33	0,05	0,26	6,07
Толщина тела, см	2,00	2,90	2,37	0,04	0,22	9,30
Масса гонад, мг	65,30	179,00	130,14	6,46	31,65	24,32
ГСИ, %	0,07	0,16	0,11	0,005	0,02	21,95

Таблица 6. Характеристика самцов (n = 26)

Показатели	min	max	X	M_x	σ	Cv, %
Масса тела, г	52,00	142,00	103,38	3,98	20,27	19,61
Длина тела, см	17,50	24,50	21,87	0,33	1,66	7,59
Длина головы, см	3,20	4,50	4,13	0,06	0,31	7,43
Высота тела, см	3,50	5,20	4,19	0,08	0,39	9,22
Толщина тела, см	1,70	2,90	2,19	0,05	0,25	11,37
Масса гонад, мг	15,50	160,60	57,22	6,06	30,90	54,02
ГСИ, %	0,03	0,14	0,06	0,01	0,03	52,58

У самок был выявлен высокий соматический и генеративный рост. Самки опережали самцов по массе и размерам тела: средняя масса тела самок выше, чем у самцов на 14 г, а длина тела - на 0,8 см ($p = 0,05$). Значительные различия были обнаружены по массе гонад – самки превосходили самцов по этому признаку в 2,3 раза. Различия между максимальными лимитами по массе гонад у самцов и самок незначительны – 18,4 мг, в то время как разница между минимальными значениями составила 4,2 раза. По гонадосоматическому индексу самки в среднем опережали самцов в 2 раза. Таким образом, на данном этапе онтогенеза у самок выявлена более высокая скорость протекания процессов генеративного обмена. Обнаруженные различия по скорости генеративного роста между самками и самцами можно объяснить размером половых клеток и их химическим составом. Яйцеклетка не только отличается гигантскими по сравнению со сперматозоидом размерами, но и содержит питательные вещества для зародыша и оболочку, выполняющую защитную функцию на протяжении всего эмбриогенеза. Однако в целом, несмотря на высокие энергетические затраты на построение гонад, самки этого возраста сохраняют высокий темп роста.

Вследствие этого их разведение требует особого внимания при выборе режимов кормления и содержания.

Литература

Меркурьева Е.К. Генетика с основами биометрии. – М.: Колос, 1983. – 400 с.

Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: Колос, 1969. – 256 с.

EVALUATION OF BROOD STOCK OF ARCTIC CHARR FROM LADOGA LAKE AT THE AGE OF ONE AND TWO YEARS ON THE SIZE, WEIGHT AND REPRODUCTIVE TRAITS

A.A. Pavlisov

Federal center of fish genetics and breeding, Leningrad region, Ropsha, wilddecorations@list.ru

The through control on active ontogenesis processes is essential for to explore the rate of growth and development of the industrial stock of fish. In case of industrial breeding, great attention should be given to processes of somatic and generative growth their interaction and the environmental influence on these processes. To reveal speed of the generative and somatic growth in fishes at different stages of development is necessary for choosing their modes of feeding and keeping.

СОДЕРЖАНИЕ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫРАЩИВАНИЯ УГРЯ В РАЗНОТИПНЫХ УЗВ

В.В. Пекарскойте¹, Е.И. Хрусталева²

¹ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, vpekarskaite1@gmail.com; ²ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, chrustaqu@rambler.ru

Европейского угря следует рассматривать как наиболее экономически выгодный объект выращивания в установках замкнутого цикла водообеспечения (УЗВ). В основе такого утверждения лежит не только высокая стоимость продукции (свежий, копченый угорь средней массой более 400 г) на традиционных рынках сбыта, но и расширение ассортимента за счет консервной группы, где в качестве сырья может использоваться угорь от нескольких до десятков и сотен граммов. Распространение на территории Европы и России обширной сети «Восточной кухни» сделало крайне востребованной продукцию угря для изготовления суши и других блюд восточной кухни. Все указанные каналы сбыта выращенной продукции угря предполагают высокую рыночную стоимость.

Поэтому понятна заинтересованность стран Восточной Европы, прежде всего Польши и стран Прибалтики, используя стимулирующие механизмы Евросоюза, в кратчайшие сроки существенно расширить потенциал индустриального угреводства на территории своих стран.

Россия, имеющая исторические традиции промысла угря в своих территориальных водах, когда ежегодный вылов в 50–70-е гг. прошлого века доходил до 700-800 т, не смогла или не успела создать потенциал для развития индустриального угреводства (Хрусталёв, 2013). Исключение – разработанная во ВНИИПРХ в середине 90-х гг. технология выращивания угря в УЗВ (Киселев и др., 2001).

Принятая Евросоюзом в 2007 г. «Декларация по угрю» ограничила поставки стекловидного угря на территорию России, что делает невозможным развивать не только индустриальное угреводство, но и зарыбление внутренних водоемов для сохранения и увеличения промысловых запасов угря в природных акваториях. Например, на акваториях трансграничных с Калининградской областью, Польши и Литвы Куршском и Вислинском (Калининградском) заливах в 50-70-е гг. суммарный вылов угря составлял около тысячи тонн (Хрусталёв, 2013). Причем в основе уловов были особи массой более 400-500 г, поскольку в уловах до 92–95% приходилось на самок (Хлопников, 1994). В настоящее время суммарные уловы не превышают 15-20 т.

Очевидно, что надо проводить более масштабные работы по зарыблению природных, прежде всего, рыбохозяйственных, водоемов молодь угря. Составной частью должно стать индустриальное угреводство, позволяющее в краткосрочной перспективе, до восстановления промысловых запасов, обеспечить продукцией традиционный потребительский рынок.

Разумеется, значительную роль в реализации этой программы может сыграть Россия, прежде всего Калининградская область, имеющая не только крупные водоёмы для восстановления промысловых запасов угря в приведённых выше заливах, но и потенциал для

развития индустриального угреводства. Сдерживающим участие России фактором является существующий запрет на ввоз со стороны Евросоюза на территорию страны стекловидного угря. Но следует ожидать, что ведущиеся несколько лет переговоры в ближайшее время завершатся успешно. Предваряя ожидания, мы воспользовались предоставленной возможностью провести исследования на базе разнотипных УЗВ фирмы «Wasser Fish» (Польша).

Целью исследования было оценить ростовую потенцию угря, выращиваемого в условиях УЗВ, в которых в разной степени реализуются абиотические и биотические факторы.

Материал и методика

Исследования проводили в 2015-2016 г. на базе двух УЗВ. Принцип, положенный в метод биологической очистки воды, был одинаковым для обеих установок. Отличия были в форме и размере бассейнов. В первой установке бассейны имели прямоугольную форму, объем воды составлял 4 м³, в каждом уровень воды был 0,6 м. Во второй установке бассейны имели круглую форму, объем воды равнялся 10 м³, уровень воды – 1 м. Водообмен в бассейнах - 1 раз в час.

Данные по динамике температуры воды приведены на рис. 1, по динамике кислорода - на рис. 2.

Величина водородного показателя (pH) в обеих установках не опускалась ниже 6,5 и не превышала 7,2. Концентрации аммония, нитритов, нитратов в обеих установках не превышали 0.4 и 0.8; 0.18 и 0.58; 55 и 125 мг/л соответственно в первой и второй установках.

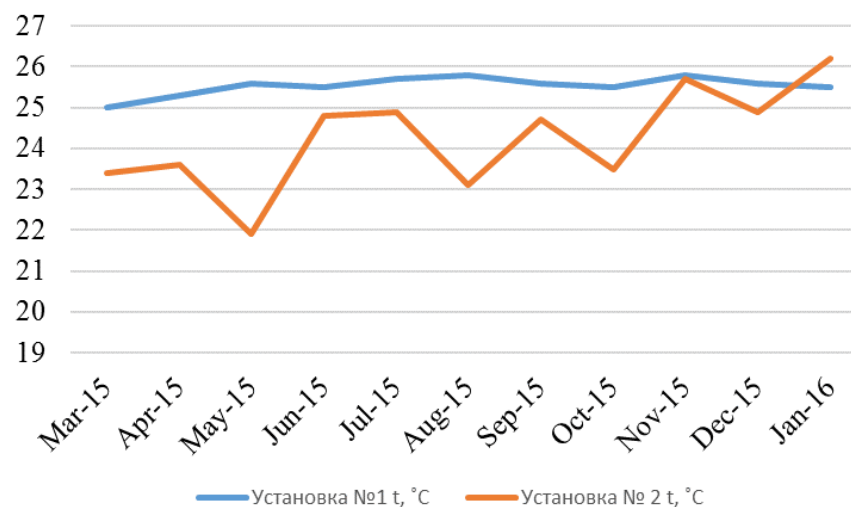


Рисунок 1. Динамика температуры воды, °C

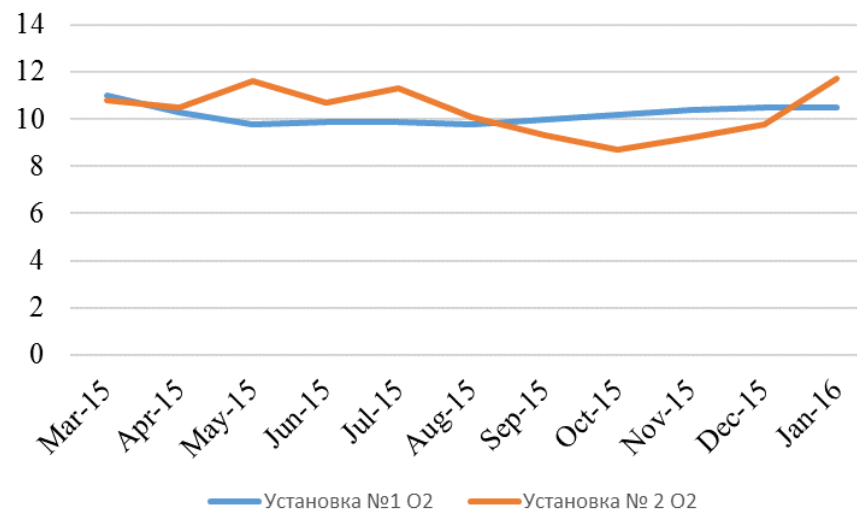


Рисунок 2. Динамика содержания растворенного в воде кислорода

На этапах выращивания молоди угря до массы 10 г рыб кормили кормом Aller Futura, при большей массе - кормом Allerivory. Скорость роста рыб рассчитывали, используя результаты контрольных обловов (сортировок), по формуле (1):

$$K_m = \frac{(M_{\text{кон}}^{1/3} - M_{\text{нач}}^{1/3}) * 3}{(T_{\text{кон}} - T_{\text{нач}})}, \quad (1)$$

где $M_{\text{нач}}$ и $M_{\text{кон}}$ – начальная и конечная масса рыб, г; $T_{\text{нач}}$ и $T_{\text{кон}}$ – возраст рыб в начале и в конце периода, сут (Купинский, 2007).

Результаты и обсуждение

Два абиотических фактора, которые, по классификации У. Хоара с соавторами (1983), являются главными в развитии рыб (температура воды) и лимитирующими (содержание растворенного кислорода), целесообразно учитывать именно при обосновании и управлении основным биотическим фактором – кормлением рыб.

Как следует из рис. 1, температура воды в установке 1 на протяжении всего периода колебалась в узком диапазоне значений - от 25 до 26 °C.

Не столь однозначная картина наблюдалась в установке № 2. Большую часть периода наблюдений значения температуры воды были в диапазоне 22-24°C, лишь небольшую часть времени она была сходной с установкой № 1.

Из литературных источников следует, что в природных водоемах умеренных широт максимальная скорость роста угря отмечалась при температуре воды 18-23°C (Вирбицкас, Манюкас, 1972). В то же время в южных частях ареала период активного роста в течение вегетационного сезона у угря не только более продолжительный, но и проходит, в том числе, при температуре воды, превышающей 23°C (Хрусталёв, 2013).

Очевидно, это учитывалось при выборе оптимального температурного режима при выращивании угря в промышленных условиях. В частности, в кормовых таблицах суточная доза корма определяется на основании учета температуры вида в узком диапазоне 24-26°C (Хрусталеv, Хайновский, 2006). Совокупное влияние этих факторов, а также не учитываемых на скорость роста угря показано на рис. 3 (по данным, полученным в установке № 1) и 4 (по данным, полученным в установке № 2).

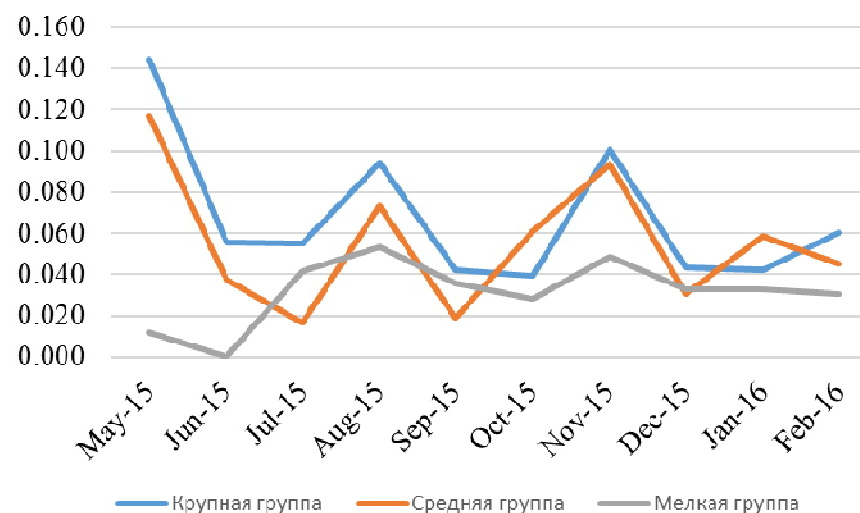


Рисунок 3. Динамика коэффициента массонакопления в установке № 1

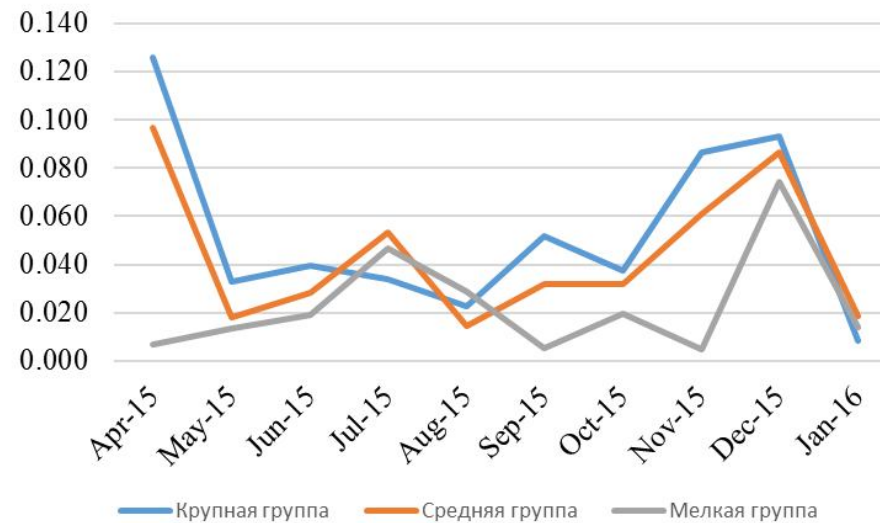


Рисунок 4. Динамика коэффициента массонакопления в установке № 2

В первой установке во всех трех размерных группах можно выделить три пика в ростовой потенции (см. рис. 3). Наибольшая скорость роста достигнута в группе угря с опережающим ростом (Км 0.14 и 0.098 соответственно), среднее раскрытие ростовой потенции - во второй группе (Км 0.12 и 0.093 соответственно). В меньшей степени выражены пики (Км 0.049 и 0.053 соответственно) в группе отстающего в росте угря. Однако для средней группы характерно и наибольшее снижение скорости роста на отдельных этапах (Км 0,016 и 0,019 соответственно).

Во второй установке коэффициент массонакопления значительно меньший, чем в первой (см. рис. 4). Наибольшая скорость роста достигнута в группе угря с опережающим ростом (Км 0.12 и 0.093 соответственно), среднее раскрытие ростовой потенции – во второй группе (Км 0.097 и 0.086 соответственно).

В меньшей степени выражены пики (Км 0.047 и 0.074 соответственно) в группе отстающего в росте угря. Значительное снижение скорости роста на отдельных этапах отмечено во всех группах, наиболее существенное - в группах мелкого (Км 0,005 и 0,007) и крупного угря (Км 0,008).

Следует обратить внимание на сходный характер в изменении скорости роста угря в обоих вариантах исследований. Это дает основание предположить, что, несмотря на различные условия выращивания, тенденция в раскрытии ростовой потенции сохраняется у угря, имеющего разное происхождение (в установку № 1 была посажена стекловидная личинка, завезенная из Португалии, в установку № 2 – из Марокко).

Однако степень раскрытия ростовой потенции оказалась различной при близких значениях содержания растворенного в воде кислорода в бассейнах обеих установок. Различие в температурном режиме оказалось тем реальным фактором, который повлиял на скорость роста рыб

Очевидно также, что сдерживание скорости роста угря в установке № 2 с температурой 22-24 °С проявилось в «компенсационном росте» (октябрь–ноябрь 2015 г.), когда температура воды приближалась к 25-26 °С. Последовавшее затем резкое снижение скорости роста можно объяснить как истощением потенциала, заложенного в «компенсационном росте», так и возможной перестройкой в организме рыб, связанной с формированием пола.

Эта перестройка, по данным разных авторов, происходит по достижении угрем массы 50-70 г. Однако новые данные польских ученых говорят о возможности формирования пола по достижении массы 10 г (Хрусталёв, 2013). При этом следует учитывать, что формированию женского пола способствуют благоприятные абиотические и биотические факторы. А именно самки имеют тенденцию к раскрытию ростовой потенции после достижения массы 250 г. Для самцов это предельный размер. В установке № 2, как следует из рис. 1, основной абиотический фактор (температура воды) существенно отличался по величине от отмеченного для установки № 1, в которой скорость роста угря была значительно выше. Средняя масса его в возрасте 11 мес. в этой установке колебалась от 28 (мелкая группа) до 170 (средняя) и 310 г (крупная). В установке № 2, соответственно, 9, 70–100 и 140 г.

Выводы

1. Оптимальным диапазоном температуры воды, при которой в большей степени раскрывается ростовой потенциал у угря, является 25-26 °С.
2. Выращивание угря длительное время при температуре 22–24 °С может сопровождаться «компенсационным ростом» при повышенной температуре воды - до 25–26 °С.
3. Выращивание угря при температуре воды 22–24 °С в условиях УЗВ, возможно, ведет к преимущественному формированию у рыб мужского пола и замедлению роста.

Литература

- Вирбицкас Ю., Манюкас И.* Фауна рыб внутренних водоемов Литвы и меры по его преобразованию // Вопросы разведения рыб и ракообразных в водоемах Литвы / Сб. науч. трудов. - Вильнюс: МИНТИС, 1972. - С. 7- 35.
- Киселев А.Ю., Слепнев В.А., Ильясов А.Ю.* Технология выращивания товарного угря. Сборник научно-технол. и методической документации по аквакультуре. -М.: ВНИРО, 2001. - 83 с.
- Купинский С.Б.* Продуктивные возможности объектов аквакультуры. -Астрахань: Изд-во ДФ ФГОУ ВПО «АГТУ», 2007. - 133 с.
- Хоар У., Рендолл Д., Бретт Дж.* Биоэнергетика и рост рыб. - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. - 408 с.

Хлопников М.М. Состояние запасов рыб и их динамика в Куршском и Вислинском заливах Балтийского моря в современных экологических условиях // Гидробиологические исследования в Атлантическом океане и бассейне Балтийского моря / Сб. науч. трудов Атлант. НИИ рыбного хоз-ва и океанографии. - Калининград, 1994. - С. 71-82.

Хрусталёв Е.И. Биологические и технологические основы угреводства. -Ольштын: Солярис Друк, 2013. - 305 с.

Хрусталеv Е.И., Хайновский К.Б. Индустриальное рыбоводство. Учебное пособие. - Калининград: КГТУ, 2006. - 340 с.

COMPARATIVE EVALUATION OF RESULTS OF EEL BREEDING IN DIFFERENT RAS

V.V. Pekarskaite¹, E.I. Khrustalev²

¹*Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, vpekarskaite1@gmail.com*

²*Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, chrustaqu@rambler.ru*

European eel should be considered as the most economically profitable object of cultivation in the plants of the closed cycle of water supply (RAS). Hence the interest of the countries of Eastern Europe, first of all it has to do with Poland, the Baltic Countries, using incentive mechanisms of the European Union, in the shortest time to significantly expand the potential industrial eel rearing in Europe. Limiting Russia's participation factor is the existing ban on imports from the EU into the country glassy eel. But, it should be expected that several years of the ongoing negotiations in the near future will be completed successfully. Anticipating expectations, we took the opportunity to conduct research on the basis of different RAS of "Wasser Fish" company (Poland). The aim of the study was to evaluate the disclosure of growth potency of eel cultured in a RAS environment, in which varying degrees of abiotic and biotic factors are implemented.

СОДЕРЖАНИЕ

СТАБИЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ ГУСТЕРЫ *BLISSA BJOERKNA* (L., 1758) В ЧЕБОКСАРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ В 2014-2015 ГГ.

М.А. Предвижкин, В.В. Логинов

Нижегородская лаборатория ФГБНУ «ГосНИОРХ», Нижний Новгород, Россия, gosniorh@list.ru

Введение

Под стабильностью развития понимается способность развивающегося организма к формированию нормального фенотипа. Применительно к исследованию группы особей это означает способность к развитию сходного фенотипического эффекта при данных условиях среды (Глотов, 1983).

Контроль состояния окружающей среды в условиях нарастающего антропогенного воздействия достаточно сложен. Это связано с широким разнообразием как токсических агентов, так и биологических систем, подверженных влиянию загрязнения (Мисюра, Жуков, 1995).

Экологический стресс, влияя на устойчивость онтогенеза, часто приводит к фенотипическим изменениям особей в популяции (Graham et al., 1993). Неспособность индивида нормально развиваться в стрессовых условиях часто выражается в повышенной асимметрии билатеральных признаков (Moller, Swaddle, 1997).

Один из видов такой асимметрии – флуктуирующая асимметрия. Она может рассматриваться как случайное макроскопическое событие, заключающееся в независимом направлении либо на левой, либо на правой стороне тела.

Флуктуирующая асимметрия проявляется в незначительных ненаправленных различиях между сторонами, которые, видимо, не имеют самостоятельного адаптивного значения и не оказывают ощутимого влияния на жизнеспособность особей. Различия между сторонами в этом случае не являются в строгом смысле генетически детерминированными и могут рассматриваться как следствие несовершенства онтогенетических процессов. Наблюдаемые при флуктуирующей асимметрии различия в строении билатеральных структур скорее могут быть отнесены к ошибкам, случайным нарушениям, чем к направленным изменениям. Флуктуирующая асимметрия в отличие от других типов асимметрии представляет собой выражение таких нарушений асимметрии, которые находятся в пределах определенного люфта, допускаемого естественным отбором. Явлениями флуктуирующей асимметрии охвачены практически все билатеральные структуры у самых разных живых существ (Захаров, 1981). Стабильность развития организмов используется при оценке качества среды обитания.

Материалы и методы

В 2014–2015 гг. в качестве биоиндикатора нами изучена густера из Чебоксарского водохранилища.

Материалом для исследования служили 14 экз. самок в возрасте 6-8 лет и 6 самцов в возрасте 7-9 лет (2014 г.), а также 20 самок 6-10 лет и 10 самцов 6-8 лет (2015 г.).

Половой состав выборок густеры из Чебоксарского водохранилища в 2014 г. был следующим: у самок - 6 лет (21,43%), 7 лет (28,57%), 8 лет (50%), у самцов - 6 лет (16,67%), 7 лет (33,33%), 8 лет (50%). В 2015 г.: у самок - 6 лет (9,52%), 7 лет (19,05%), 8 лет (19,05%), 9 лет (38,10%), 10 лет (14,29%), у самцов - 7 лет (33,33%), 8 лет (55,56%), 9 лет (11,11%). Возраст рыб определяли по общепринятой методике (Правдин, 1966). Обработка материала по флуктуирующей асимметрии также была выполнена по общепринятой методике (Методические рекомендации..., 2003). Использованы такие показатели, как *частота асимметричных проявлений на признак* (ЧАПП) и *частота асимметричных проявлений на особь* (ЧАПО).

ЧАПП рассчитывается как отношение числа признаков, проявляющих асимметрию, к общему числу учтенных признаков, ЧАПО - как отношение числа особей, имеющих асимметричный признак, к общему числу особей.

Результаты и обсуждение

Результаты оценки стабильности развития (гомеостаза) густеры из Чебоксарского водохранилища по показателям ЧАПП и ЧАПО приведены в таблице.

Сравнивая данные таблицы, видим, что показатели ЧАПП и ЧАПО по всем возрастным группам как у самок, так и у самцов густеры не различаются и характеризуются 1 баллом, что свидетельствует об условно нормальном качестве среды обитания.

Отмечалось, что различия в величине флуктуирующей асимметрии могут быть не только между разными типами признаков (меристические и морфометрические), но и между однотипными признаками (Lajus, 1993). Вероятно, такие различия связаны с особенностями контроля изменчивости при индивидуальном развитии. В целом наличие несогласованности признаков говорит о том, что проявление флуктуирующей асимметрии зависит от конкретного признака. Это означает, что наиболее надежная оценка стабильности развития может быть достигнута путем анализа разнообразных признаков.

Мы изучили процентную встречаемость асимметрии рассматриваемых признаков у самок и самцов разных возрастов в 2014–2015 гг.

В 2014 г. наибольшая встречаемость асимметрии у самок наблюдалась на 7-8-м году жизни (42,86%), у самцов - на 8-м году (50%). В 2015 г. наибольшая встречаемость асимметрии у самок зафиксирована на 9-м году жизни (26,92%), у самцов она не изменилась по сравнению с 2014-м г. Эти данные могут свидетельствовать о том, что самки испытывают большее влияние вариабельности билатеральных признаков при оценке качества среды обитания, а у самцов, напротив, наблюдается меньшая вариабельность рассматриваемых признаков.

Заклучение

Стабильность развития густеры в Чебоксарском водохранилище в 2014-2015 гг. оценивается 1 баллом, что свидетельствует об условно нормальном качестве среды обитания для нее в данном водоеме.

Частота асимметричного проявления на признак (ЧАПП) и частота проявления асимметрии на особь (ЧАПО) у густеры Чебоксарского водохранилища на период 2014–2015 гг.)

2014 г.								
Возраст рыб	Пол	Абсолютная длина, см	ЧАПП/балл	ЧАПО/балл	Пол	Абсолютная длина, см	ЧАПП/балл	ЧАПО/балл
6	♀	16,6±0,067	0,10±0,095/1	0,10±0,095/1	♂	16,0±0,000	0,14±0,000/1	0,17±0,000/1
7		17,5±0,082	0,21±0,071/1	0,19±0,063/1		17,2±0,350	0,14±0,143/1	0,13±0,125/1
8		18,3±0,014	0,12±0,058/1	0,09±0,043/1		18,2±0,167	0,14±0,082/1	0,22±0,111/1
Средняя		17,5	0,14	0,13		17,1	0,14	0,17
2015 г.								
Возраст рыб	Пол	Абсолютная длина, см <u>M±m</u> Cv, %	<u>ЧАПП/балл</u>	<u>ЧАПО/балл</u>	Пол	Абсолютная длина, см <u>M±m</u> Cv, %	<u>ЧАПП/балл</u>	<u>ЧАПО/балл</u>
6	♀	16,3±0,250	0,07±0,014/1	0,02±0,024/1	♂	-	-	-
7		17,4±0,125	0,18±0,068/1	0,11±0,036/1		17,2±0,167	0,14±0,082/1	0,15±0,074/1
8		18,9±0,315	0,11±0,036/1	0,11±0,036/1		18,7±0,255	0,11±0,029/1	0,09±0,022/1
9		20,7±0,210	0,13±0,042/1	0,15±0,044/1		20,0±0,000	0,14±0,000/1	0,11±0,000/1
10		22,3±0,333	0,10±0,048/1	0,10±0,048/1		-	-	-
Средняя		19,1	0,12	0,15		18,6	0,13	0,12

Примечание. « - » - рыбы соответствующего возраста не были пойманы.

Литература

- Глотов Н.В. Оценка генетической гетерогенности природных популяций: количественные признаки // Экология. - 1983. - № 1. - С. 3–9.
- Захаров В.М. Асимметрия морфологических структур животных как показатель незначительных изменений состояния среды // Проблемы экол. мониторинга и моделирования экосистем. - Л., 1981. – С. 115-123.
- Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). - М., 2003. - 28 с.
- Мисюра А.Н., Жуков А.В. Некоторые аспекты биохимического тестирования животных для контроля состояния окружающей среды // Устойчивое развитие: загрязнение окружающей среды и экологическая безопасность. - Днепропетровск, 1995. - Т. 2. – С. 43-44.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). – М.: Пищевая пром-сть, 1966. – 376 с.
- Graham J., Freeman D.C., Emlen J. Anti-symmetry, directional asymmetry and dynamic morphogenesis // Genetica. - 1993. - P. 121-125.
- Lajus D.L. Variation patterns of bilateral characters: variation among characters and dynamic morphogenesis // Genetica. - 1993. - P. 121-125.
- Moller A.P., Swaddle J.P. Asymmetry developmental stability and evolution. Oxford University Press, 1997. - 162 p.

FLUCTUATING ASYMMETRY SILVER BREAM *BLICCA BJOERKNA* (L., 1758) IN CHEBOKSARY RESERVOIR IN 2014-2015

M.A. Predvizhkin, V.V. Loginov

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Nizhniy Novgorod, Russia, gosniorh@list.ru

The paper first analyzes the steady development of white bream in the Cheboksary reservoir. The article analyzes the frequency of asymmetrical manifestation of the symptom (CAPP) and the frequency of asymmetrical manifestation (CHAPO) per individual (females/males) white bream Cheboksary reservoir in different years of study (2014-2015).

СОДЕРЖАНИЕ

РОСТ И ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СУДАКА (*SANDER LUCIOPERCA* L.), ВЫРАЩЕННОГО В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Д.С. Пьянов¹, А.Б. Дельмухаметов²

¹ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», Калининград, dmitry.pyanov@klgtu.ru

²Калининградский филиал ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», Полесск, delmuchametov@list.ru

Методы выращивания товарного судака (*Sander lucioperca* L.) в установках замкнутого цикла водообеспечения до сих пор несовершенны, ещё до конца не разработана биотехника его выращивания. При этом, учитывая условия и факторы бассейнового выращивания (плотность посадки, режим кормления, температура воды и др.), характер роста данного вида в искусственных условиях будет существенным образом отличаться от такового в естественных водоемах. Помимо этого, факторы окружающей среды оказывают непосредственное влияние на химический состав дикого судака.

В данной статье рассматривается характер роста судака (от посадочного материала до товарной массы), выращенного в искусственных условиях на базе промышленной УЗВ ООО «ТПК «Балтптицепром», приводится оценка химического состава его мышечной ткани в сравнении с судаком из естественной среды обитания (на основе литературных данных). Полученные данные показывают, что судак, выращенный в УЗВ, имеет хорошую скорость роста и более высокую пищевую ценность по сравнению с естественным.

Введение

В настоящее время судак (*Sander lucioperca* L.) имеет большое промысловое значение и в России рассматривается как один из основных экспортируемых видов рыб. Согласно данным ФАО, только за 2013 г. промысел судака составил 6256 т, что превышает 30% мирового вылова данного вида. В Калининградской области вылов судака в 2014-м г. составил 456 т, что на 11,3% больше по сравнению с 2013-м (О состоянии рыбохозяйственного комплекса..., 2015).

Однако выращивание судака в установках замкнутого цикла водообеспечения (УЗВ) до последнего времени не проводилось. Совсем недавно в Калининградской области были предприняты определенные попытки разработки биотехники выращивания судака на основе промышленных методов. Так, на одном из региональных предприятий было впервые сформировано маточное стадо судака (выращивание велось от икры, полученной от диких производителей судака Куршского залива (Дельмухаметов, 2012)). Несмотря на накопленный опыт, выращивание товарного судака в искусственных условиях до сих пор проблематично. Оптимальные параметры абиотических факторов, определяющих уровень раскрытия ростовой потенции судака в условиях УЗВ, выявлены не до конца.

Мясо судака обладает высокими вкусовыми качествами, а низкое содержание жира (1-2%) и высокоусвояемый белок очень положительно оцениваются диетологами. При этом факторы окружающей среды и, в частности, характер питания, безусловно, оказывают влияние на химический состав тканей судака.

Таким образом, резонно предположить, что химический состав судака, выращенного в контролируемых условиях наискусственных кормах, будет отличаться. Поэтому на базе региональной промышленной УЗВ ООО «ТПК Балтптицепром» нами были предприняты некоторые исследования, связанные с выращиванием товарного судака (до 800 г): был изучен и описан характер роста (от посадочного материала до товарной массы) в искусственных условиях; дана оценка его химического состава в сравнении с диким судаком (на основе литературных данных).

Материалы и методы исследований

Исследовательская работа была выполнена на базе промышленной УЗВ ООО «ТПК «Балтптицепром» Калининграда. В состав промышленной УЗВ входили биофильтры (конструктивного типа биореактор) с загрузкой мелкого гранулированного полиэтилена; сетчатые механические фильтры; ультрафиолетовые лампы. Для производства кислорода использовался кислородный генератор Atlas Copco GX11FF (PLC, Naska, Sweden), который подавал кислород в бассейны через конусообразный оксигенатор, сделанный из нержавеющей стали. Рыба содержалась в прямоугольных бассейнах объёмом 7 м³ с уровнем воды 1 м.

Объектом исследования был судак, которого содержали в промышленной УЗВ начиная с посадочного материала массой 20 г до товарной массы 800 г. По мере роста рыб периодически производилась сортировка на размерные группы. Плотность посадки в рыбоводные ёмкости изменяли по мере роста рыб. Кормление осуществляли стартовыми и продукционными кормами датской фирмы Aller Aqua (A/S, Christiansfeld, Denmark) и голландской фирмы Coppens (International bv., Helmond, The Netherlands). Использовались следующие рецептуры: Aller Bronze 45/15, Aller Trident и Coppens Marico Focus. Размер гранул изменяли по мере роста рыб. Коррективы суточных доз устанавливали с учетом поедаемости корма. Вся исследовательская работа проводилась в двойной повторности.

Контрольные взвешивания осуществлялись раз в месяц на электронных весах с точностью до 0,1 г. Объем выборки при проведении контрольных обловов составлял 1% от общего количества рыб в рыбоводной ёмкости. Для наглядности характеристики эффективности выращивания рыбы нами был выбран весовой рост как наиболее удобный и часто используемый в рыбоводстве показатель (Купинский, 2007).

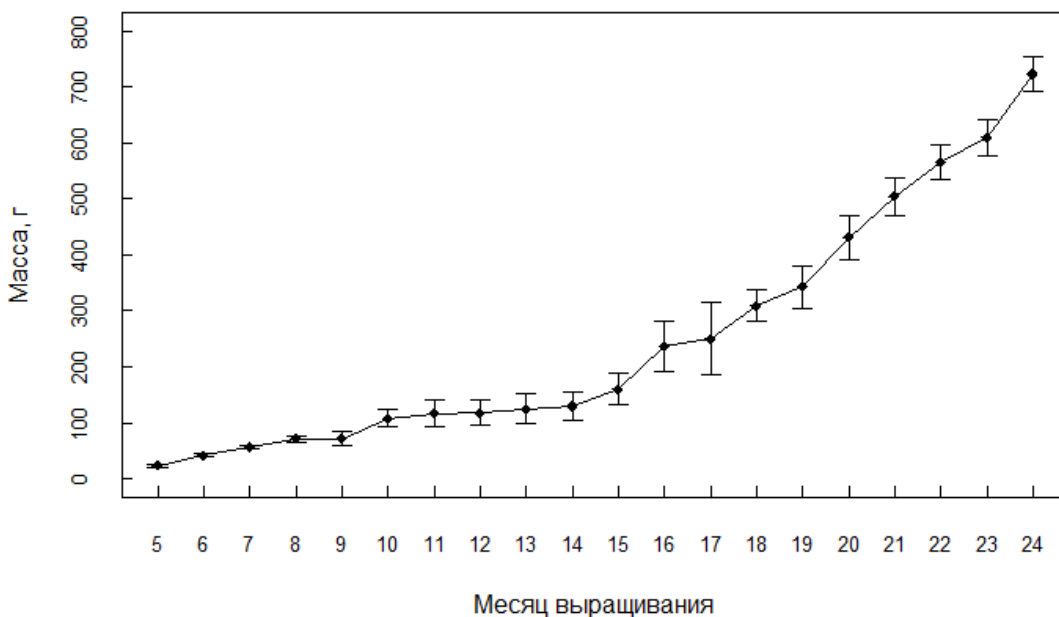
Контроль над температурой воды и газовым режимом осуществляли с помощью оксиметра «Hanna Instruments - 9145» (PLC, Woonsocket, Rhode Island, USA); pH, количество нитритов и нитратов измеряли с помощью ионометра отечественного производства «Аквилон И-500» (ООО «НПО Аквилон», Подольск, Россия).

Отбор проб для лабораторных испытаний произведен по ГОСТ 7631-85 «Рыба, морские млекопитающие. Морские беспозвоночные и продукты их переработки. Правила приемки, органолептические методы оценки качества, методы отбора проб для лабораторных испытаний».

Лабораторные исследования проводились на кафедре технологий продуктов питания ФГБОУ ВПО «КГТУ». Методы исследования осуществлены по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие. Морские беспозвоночные и продукты переработки. Методы анализа».

Исследовался судак мороженный в количестве 3 экз. и судак живой в количестве 3 экз. В образцах изучались следующие показатели: азот летучих оснований (АЛО), влага, белковые вещества, жир, зола.

Статистическая обработка данных была выполнена с помощью программного пакета R 3.2.3. Для определения достоверности различий использовался метод однофакторного дисперсионного анализа (One-way ANOVA).



Результаты исследований и их обсуждение

На рисунке представлен график весового роста судака за исследуемый период. Как видно из рисунка, судак при выращивании в УЗВ показал достаточно высокую скорость роста. За 18 месяцев выращивания от посадочного материала он достигал конечной массы, в среднем составляющей $723 \pm 31,40$ г, в отдельных весовых группах масса судака превышала 800 г. Сравнивая полученные данные с данными роста судака в естественной среде, отметим, что скорость роста в искусственных условиях была выше более чем в 2 раза. Так, в Куршском заливе судак двухгодовалого возраста достигает массы в среднем 248,5 г (Голубкова, 2003).

Весовой рост судака в промышленной УЗВ ООО «ТПК «Балтптицепром»

Основной причиной высокой скорости роста судака в УЗВ послужили условия выращивания, а также оптимизация биотехнических приемов, в частности, режима кормления. Кормовой коэффициент за исследуемый период в среднем по всем размерным группам составил 1,27. На протяжении 18 месяцев выращивания для рыбы были созданы благоприятные условия: температура в среднем $20,2 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, концентрация растворенного в воде кислорода - $7,9 \pm 0,1$ мг/л, содержание в воде нитритов - $0,86 \pm 0,04$ мг/л, pH – $7,58 \pm 0,02$. Особую роль, вероятно, сыграли конфигурация и особенности эксплуатации выростных емкостей.

В таблице представлен химический состав мышечной ткани судака мороженого и судака живого, выращенных на базе промышленной УЗВ ООО «ТПК «Балтптицепром».

Химический состав мышечной ткани судака ($\bar{X}_{\text{ср}} \pm SE_{\text{хср}}$, n = 3), %

Тип	АЛО	Влага	Белок ($N_{\text{общ}} \times 6,25$)	Жир	Зола
Мороженный	0,0187±0,0011	78,26±0,44	20,91±0,62	0,77±0,15	0,99±0,09
σ	0,00	0,75	1,07	0,26	0,17
CV, %	10,21	0,96	5,12	34,10	16,65
Живой	0,0147±0,0017	78,27±0,34	18,95±2,45	1,34±0,18	1,62±0,21
σ	0,00	0,59	4,24	0,32	0,36
CV, %	20,45	0,76	22,42	23,49	22,29
Anova-P	0,12	0,99	0,48	0,02*	0,03*

* Наличие связи достоверно при $p < 0,05$.

Химический состав мышечной ткани рыб различен. Сравнивая показатели мороженой и живой рыбы, видим, что достоверные различия отмечаются по процентному содержанию жира и золы ($p < 0,05$). Так, пониженное содержание жира в мороженой рыбе может быть вызвано его окислением в процессе заморозки, что может привести к последующему ухудшению качества продукта (McGill et al., 1974; Mackie, 1993). Зола в мышечной ткани содержит важные минеральные вещества. Процентное содержание золы в мороженом судаке ($0,99 \pm 0,09\%$) так же уменьшилось по отношению к живому ($1,62 \pm 0,21\%$). Корреляционных связей между значениями АЛО, влаги и белка не выявлено.

Известно, что пищевая ценность рыбы определяется наличием в составе ее мяса полноценных белков, легкоусвояемых жиров и минеральных веществ (Горелик, Костенко, 2009).

У судака, выращенного в искусственных условиях, содержание белка 18,95%, в то время как у судака Куршского залива оно значительно меньше и в среднем составляет 16,90% (Справочник по химическому составу..., 1999).

В таблицах химического состава и калорийности российских продуктов питания (Скурихин, 2007) по живому судаку приводятся следующие значения (%): влага - 79,2, белок - 18,4, жир - 1,1, зола - 1,3. Сравнивая значения химического состава выращенного судака с данными из литературных источников, отметим, что более высокие значения по некоторым параметрам (белок, жир) могут свидетельствовать о более высокой пищевой ценности искусственно выращенной рыбы. Более высокое содержания жира (1,3%) у судака из УЗВ, вероятно, обусловлено относительно меньшей подвижностью (ограниченные объемы бассейнов), а также применением искусственных кормов.

Заключение

Таким образом, судак, выращенный в УЗВ, имеет высокую скорость роста. Конечная масса за 18 месяцев выращивания от посадочного материала составила $723 \pm 31,40$ г. Исходя из результатов химического состава мышечной ткани, стоит отметить, что судак, выращенный в искусственных условиях, имеет высокую пищевую ценность. Основными причинами вышеизложенного послужили оптимизированные биотехнические приемы работы с рыбой на разных стадиях, а также благоприятные условия её содержания.

Тем не менее возникает необходимость проведения дальнейших экспериментов в будущем: сроки выращивания судака до товарной массы могут быть снижены, а вопросы, связанные с химическим составом тела, должны быть рассмотрены более детально.

Литература

Голубкова Т.А. Эколого-биологические характеристика запасов судака Куршского залива Балтийского моря. Канд. дис. – Калининград, 2003. - 146 с.

Горелик О.В., Костенко Ю.В. Оценка качества рыбы семейства карповые по морфологическому и химическому составу // Изв. Оренбургского гос. аграрного ун-та. – 2009. – Т. 1. - № 22-2. – С. 287-289.

ГОСТ 7631-85 «Рыба, морские млекопитающие. Морские беспозвоночные и продукты их переработки. Правила приемки, органолептические методы оценки качества, методы отбора проб для лабораторных испытаний».

ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие. Морские беспозвоночные и продукты переработки. Методы анализа».

Дельмухаметов А.Б. Биотехника формирования и эксплуатации ремонтно-маточного стада судака в установках замкнутого цикла водообеспечения. Канд. дис. – Калининград, 2012. – 157 с.

Купинский С.Б. Продукционные возможности объектов аквакультуры. - Астрахань: ДФ АГТУ, 2007. - 142 с.

О состоянии рыбохозяйственного комплекса Калининградской области (в рамках Федеральной целевой программы «Развитие океанического, прибрежного рыболовства и аквакультуры в Калининградской области на 2013-2015 годы»). Аналитическая записка. – Калининград: Калининградстат, 2015. - 28 с.

Скурихин И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания. – М.: ДеЛипринт, 2007. - 275 с.

Справочник по химическому составу и технологическим свойствам рыб внутренних водоемов (под ред. В.П. Быкова). – М.: Изд-во ВНИРО, 1999. – 207 с.

MacGill A.S., Hard R., Burt J.R. Hept-cis-4-enal and its contribution to the off flavor in cold stored cod // Journal of Science Food and Agriculture. - 1974. – Vol. 25. – Issue 12. - P. 1477-1489.

Mackie I.M. The effects of freezing on flesh proteins // Food Reviews International. – 1993. – Vol. 9. – Issue 4. – P. 575-610.

Fisheries and aquaculture software. Fish Stat J - software for fishery statistical time series. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 23 June 2015. [Cited 26 December 2015]. <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>

THE GROWTH PERFORMANCE AND CHEMICAL BODY COMPOSITION OF PIKE-PERCH (SANDER LUCIOPERCA L.) CULTIVATED IN ARTIFICIAL CONDITIONS

D. Pyanov¹, A. Delmukhametov²

¹*Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, dmitry.pyanov@klgtu.ru*

²*Saint-Petersburg State Agrarian University (Kaliningrad department), Polessk, delmuchametov@list.ru*

The methods of pike-perch (*Sander lucioperca* L.) cultivation in Recirculating aquaculture systems are still incomplete. At the same time, considering the conditions and factors of fish cultivation in tanks (such as stocking density, feeding regime, water temperature etc.) it should be noticed that the growth features of pike-perch in artificial conditions will be different comparing it to growth features of this species in natural waters. Moreover, the impact of environmental factors has a direct effect on the chemical body composition of wild pike-perch.

This study presented the results related with growth features of pike-perch (from size of fingerlings to market size) cultivated in the local commercial RAS Baltpticeprom Ltd. The estimation and comparison of body composition between farmed and wild pike-perch are given. The results show good growth performance and high nutritional value of cultivated pike-perch.

СОДЕРЖАНИЕ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН ПЛОСКОЙ УСТРИЦЫ (*OSTREA EDULIS* L.) КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА

М.С. Пятницкая, Н.А. Сытник

Кафедра водных биоресурсов и марикультуры ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», г. Керчь,
marinablek@mail.ru, amtek-kerch@mail.ru

Плоская (европейская) устрица (*Ostrea edulis* L., 1758) издавна являлась одним из важнейших объектов морской аквакультуры (марикультуры) (Кракатица, 1976; Монин, 1990). Однако в 70-80-х гг. прошлого века в результате загрязнения прибрежной зоны Чёрного моря, эвтрофикации и возникшими на этом фоне различными заболеваниями произошло резкое сокращение запасов этого вида (Губанов, 1987; Переладов, 2005).

В связи с необходимостью проведения расширенных эколого-физиологических исследований различных сторон жизнедеятельности этого вида большое значение имеет определение уровня его энергетического баланса (бюджета). Важнейшей характеристикой метаболических процессов, происходящих в организме и, соответственно, его энергетических трат, является скорость потребления кислорода (СПК). Этот показатель является важнейшим компонентом энергетического баланса организма и отражает его расходную часть, указывая на изменения физиологического состояния под влиянием различных экологических факторов среды. Такие исследования необходимы для выяснения адаптивных свойств исследуемых моллюсков, их толерантности к различным био- и абиотическим факторам среды, позволяющим определить зоны преферендума и критические периоды в процессе индивидуального развития организмов.

В задачу настоящей работы входило изучение энергетического обмена плоской устрицы в зависимости от массы тела и температуры воды.

Материалом для исследования служили разноразмерные особи высотой 15-82 мм и живой массой (со створкой) от 0,35 до 82,7 г. Особей, собранных в лимане Донузлав (с солёностью 17,1–17,9‰), перевозили в Керченский пролив и акклимировали к воде солёностью 13,4-15,8‰. Изучение скорости потребления кислорода (R) моллюсками проводили методом замкнутых сосудов. Содержание исходного и потребленного моллюсками кислорода определяли йодометрическим методом Винклера.

Количество потребленного кислорода (R , мл $O_2 \cdot \text{час}^{-1} \cdot \text{экз.}^{-1}$) рассчитывали по уравнению:

$$R = \frac{(O_1 - O_2)}{n \cdot t} \cdot V$$

где O_1 и O_2 – соответственно исходное и конечное содержание кислорода в опытном респирометре, n - число животных в опыте, t – продолжительность опыта (час.). V – объем сосуда. Параллельно проводили контрольные опыты, в которых определяли изменение скорости выделения кислорода без моллюсков.

После завершения опыта моллюсков подвергали биологическому анализу (устанавливали длину животного, общую массу, массу мягких тканей, пол, стадию зрелости). Значение температурного коэффициента Вант-Гоффа (Q_{10}) определяли по формуле:

$$Q_{10} = (R_2/R_1)^{10/(t_2-t_1)},$$

где R_1 и R_2 – скорость дыхания устриц в интервале температур от t_1 до t_2 .

Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли по общепринятым методам, с помощью компьютерной статистической программы «Origin 6.1» и электронных таблиц «Excel».

Изучение скорости потребления кислорода (R) моллюсками в зависимости от сухой массы тела в разные сезоны года показало, что, как и у других видов двустворчатых моллюсков, эти параметры тесно связаны между собой и хорошо аппроксимируются степенной функцией:

$$R = R_1 \cdot W^k,$$

где R - скорость потребления кислорода, мл O_2 час⁻¹ экз.⁻¹; W – сухая масса тела, г (без раковины); R_1 - коэффициент пропорциональности, численно равный СПК при W , равном 1 г; k - коэффициент регрессии, характеризующий удельную скорость дыхания устриц при изменении массы тела. В двойной логарифмической системе координат эта зависимость выражается прямой линией с определенным углом наклона (рис. 1). В численном виде указанная связь передавалась уравнением:

$$R = 0,320 \cdot W^{0,81 \pm 0,04}.$$

Параметры уравнения, выражающего зависимость между СПК и сухой массой тела (без створки) в указанном районе в разные сезоны года и, соответственно, при разной температуре воды, приведены в таблице. Из приведенных в ней данных видно, что скорость потребления кислорода устрицами заметно изменяется в зависимости от температуры воды. Наиболее низкая интенсивность дыхания (коэффициент R_1) моллюсков зарегистрирована при 6 °С, с повышением температуры воды наблюдалось устойчивый рост ее значений, достигающий максимума при температуре 19 °С.

Последующее возрастание температуры воды приводит к небольшому снижению интенсивности дыхания моллюсков.

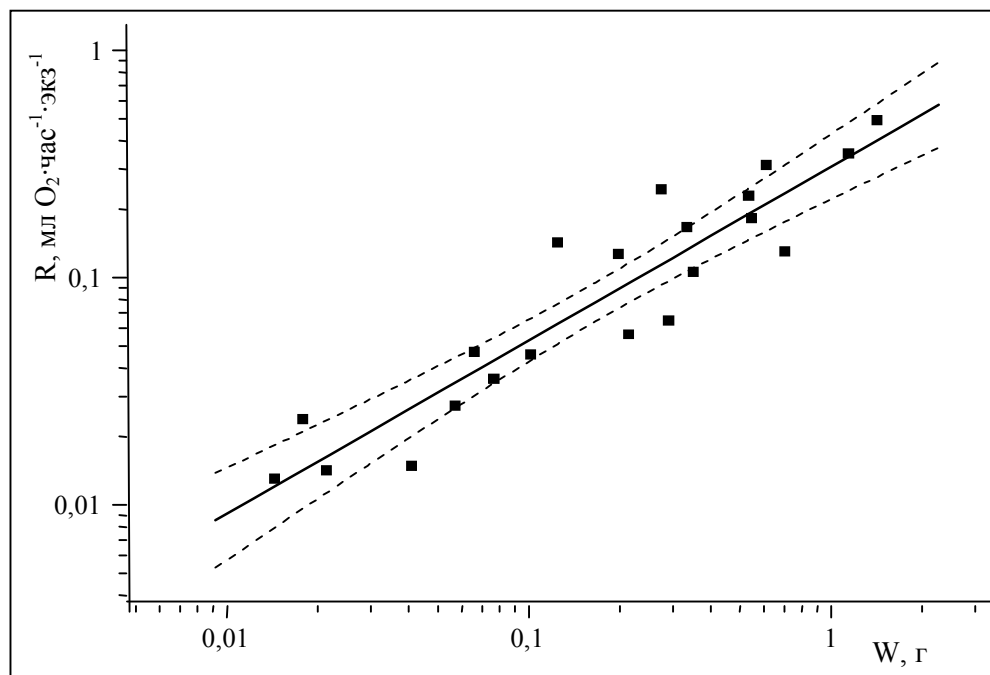


Рисунок 1. Зависимость скорости потребления кислорода (R , мл O_2 ·час $^{-1}$ ·экз $^{-1}$) устрицами в зависимости от сухой массы тела (W , г) в Керченском проливе ($T = 19^{\circ}C$, $S = 15,3\%$); пунктирные линии – 95%-ный доверительный интервал)

Параметры уравнения, характеризующего скорость потребления кислорода (R) устриц в зависимости от сухой массы тела (W) в Керченском проливе ($S = 13,4\text{--}15,8\%$)

Период работ, (T , $^{\circ}C$)	N	W	R_I	S_r	k	S_k	R
Декабрь (6)	22	0,036-1,04	0,112	0,016	0,62	0,082	0,909
Апрель (13)	22	0,054-1,43	0,320	0,040	0,81	0,076	0,926
Июнь (19)	24	0,042-1,35	0,475	0,095	0,71	0,084	0,888
Август (25)	22	0,092-1,07	0,452	0,038	0,74	0,074	0,937

Располагая данными по дыханию, нетрудно перейти к уровню энергетического обмена моллюсков. По данным А.Ф. Алимова (1989), 1 мл O_2 эквивалентен 20,3 Дж энергии. Таким образом, по произведению этой величины на значение коэффициента R_l можно определить минимальные траты энергии на метаболизм данного вида.

Анализ результатов опытов по дыханию черноморской устрицы в данном районе показал, что в целом они хорошо соответствуют полученным нами ранее данным у побережья Северного Кавказа (Золотницкий, Тимофеев, 1987), а также работам других авторов (Rodhouse, 1978; Buxton et al., 1981). Вместе с тем следует отметить, что опыты в этом районе проводились при разных значениях температуры, коэффициенты пропорциональности и регрессии в полученных уравнениях были различны, что не допускает их строгого сопоставления.

Сравнение интенсивности физиологических функций возможно лишь при равенстве констант регрессии или по величине R/W у животных одинаковой массы (Алимов, 1981). В настоящее время для этого широко используется следующее уравнение, предложенное Бейном и Ньюеллом (Bayne, Newell, 1983):

$$R_{st} = \left[\frac{W_{st}}{W_e} \right]^n \cdot R_e$$

где R_e и W_e – экспериментальное значение скорости дыхания и массы тела, R_{st} и W_{st} – стандартизированное значение скорости дыхания и массы тела, n – коэффициент регрессии, связывающий скорость физиологического процесса (потребления кислорода) с массой тела при данной температуре воды. На рис. 2 приведены стандартизированные данные по дыханию устриц, приведенные на 1 г сухой массы животного. Из рисунка видно, что при разной температуре воды динамика интенсивности дыхания устриц осуществляется достаточно сходно с изменением коэффициента R_l , хотя и наблюдаются некоторые количественные различия.

Так, в Керченском проливе при возрастании температуры воды с 6 до 13 °С величина Q_{10} составляла 3,10, тогда как в интервале 13–19 °С его значение было значительно ниже – 2,12. При повышении температуры воды от 19 до 25 °С значение Q_{10} было меньше единицы. Особый интерес заслуживают данные об изменении Q_{10} при переходе от 19 к 25 °С, когда величина этого коэффициента снизилась, хотя по литературным данным, этот диапазон близок к оптимуму жизнедеятельности плоской устрицы. По-видимому, в этот период (при 19 °С) наблюдаются процессы размножения и нереста моллюсков, которые и обуславливают повышенный уровень метаболических процессов в организме.

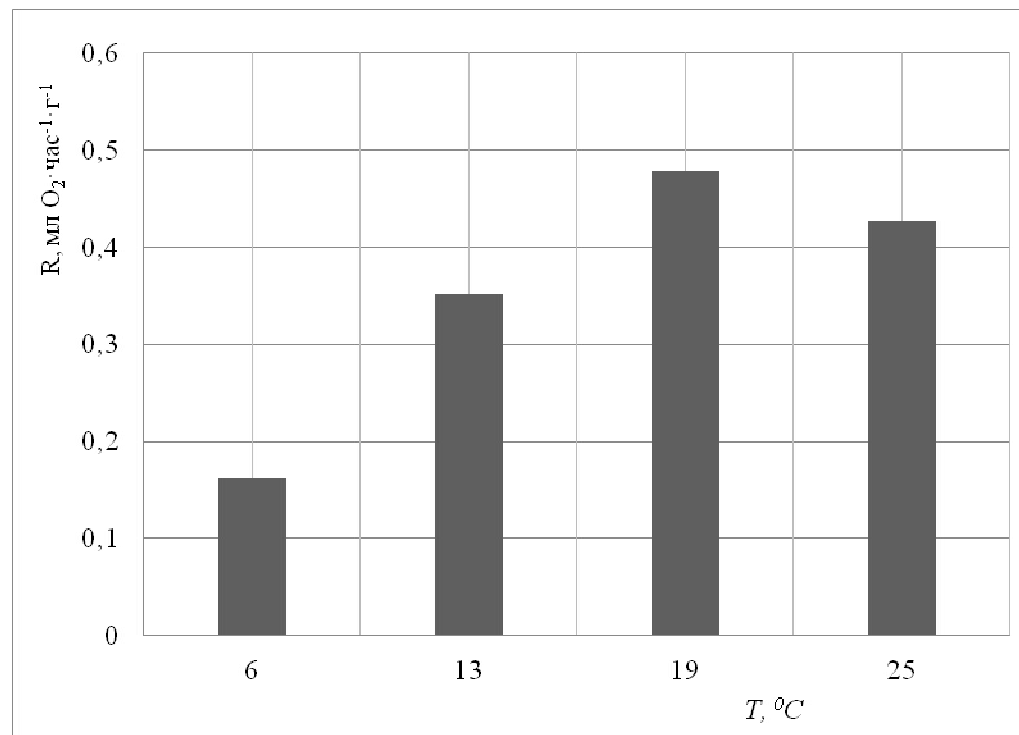


Рисунок 2. Стандартизированные данные по интенсивности дыхания устриц (R , мл O_2 час⁻¹ г⁻¹) при различной температуре воды

Таким образом, в ходе проведенных работ были исследованы процессы дыхания плоской устрицы (*Ostrea edulis* L.) в Керченском проливе в различные сезоны года. Показано, что скорость потребления кислорода моллюсками тесно связана с массой тела и описывается уравнением степенной функции. С возрастанием температуры воды интенсивность дыхания устриц увеличивается. Температурный коэффициент Q_{10} имел максимальную величину в интервале температур 6-13 °C, при более высоких значениях температур величина Q_{10} заметно снижалась.

Литература

- Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. - Л.: Наука, 1981. – 248 с.
- Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. - Л.: Наука, 1989. - 178 с.
- Губанов В.В. Болезни культивируемых моллюсков. - М.: Обзор информ. ЦНИИТЭИРХ. - Сер. Марикультура. - 1987. - Вып. 1. – 41 с.
- Золотницкий А.П., Тимофеев В.В. Интенсивность дыхания черноморской устрицы (*Ostrea edulis* L.). // В сб.: Моллюски. Результаты и перспективы их исследований. - Л.: Наука, 1987. - С. 273-274.
- Кракатица Т.Ф. Биология черноморской устрицы в связи с вопросами ее воспроизводства. - Биологические основы морской аквакультуры. – Севастополь, 1976. - Вып. 2. – 79 с.
- Монин В.Л. Биологические основы разведения черноморской устрицы (*Ostrea edulis* L.). Автореф. канд. дис. – Севастополь, 1990. – 24 с.
- Переладов М.В. Современное состояние популяции черноморской устрицы // Прибрежные гидробиологические исследования. Труды ВНИРО. - 2005. - Т. 144. - С. 254-274.
- Bayne B.L., Newell R.C. Physiological energetics of marine mollusks. The Mollusca // In: Wilburg, K.M., Saleuddin, A.S.M. (Eds.). - Acad. Press-London, 1983. - Vol. 4. – P. 407-515.
- Buxton C.D., Newell B.C., Field J.G. Response surface analysis of the combined effects of exposure and acclimation temperatures on filtration, oxygen consumption and scope for growth in the oyster *Ostrea edulis* // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1981. - Vol. 6. - P. 73-82.
- Rodhouse P.G. Energy transformations by the oyster *Ostrea edulis* L. in a temperature estuary // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. – 1978. – Vol. 34 - № 1. - P. 1-22.

ENERGY METABOLISM OF FLAT OYSTER (*OSTREA EDULIS* L.) FROM KERCH STRAIT

M.S. Pyatnitskaya, N.A. Sytnik

Department of water bioresources and mariculture FSBEI HE "KSMTU", Kerch, marinablek@mail.ru, amtek-kerch@mail.ru

Based on the respiration rate, seasonal changes of energy metabolism of flat oyster (*Ostrea edulis* L.) were studied. It was shown that the link between rate of oxygen consumption and body weight can be described by a degree function. Coefficients of the equations were determined at 6, 13, 19 and 25°C. Based on the transformation of the available data there were considered changes of Q₁₀ factor in the different periods of the year. Increased level of oxygen consumption in mollusks was found at 19°C, which was due to the maturation processes and spawning oyster in this period.

СОДЕРЖАНИЕ

УДК: 639.3.006

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В БАЗОВЫХ ВОДОЁМАХ РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДОВ КАМЧАТСКОГО КРАЯ В 2009-2013 гг.

Н.Н. Ромаденкова

*Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии ФГБНУ «КамчатНИРО»,
Петропавловск-Камчатский, romadenkova.n.n@kamniro.ru*

В работе представлены результаты биологического анализа производителей тихоокеанских лососей, зашедших в базовые водоёмы камчатских рыбоводных заводов в период с 2009 по 2013 г. У производителей измеряли длину тела, устанавливали массу тела, брали чешую и отолиты для определения возраста.

Введение

Освоение тихоокеанских лососей на Камчатском полуострове ещё в 1930-е гг. было затруднено в бассейнах рек Камчатки, Авачи, Паратунки на восточном побережье и р. Большой на западном побережье. Основную роль в антропогенном воздействии на биоту сыграли лесо- и торфопеработки, мелиорация земель, строительство животноводческих ферм, расширение сельхозугодий, использование удобрений, гербицидов и пестицидов (Остроумов, Непомнящий, 1989).

Интерес к искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей активизировался на Камчатке после депрессии запасов 1960-1970-х гг., вызванной дрефтерным японским промыслом в море. В середине 1970-х гг. в лаборатории динамики численности лососевых рыб Камчатского отделения ТИНРО создали сектор искусственного разведения лососей, реорганизованный затем в лабораторию лососеводства. В 1975 г. на р. Хайковой, притоке р. Паратунки, построили Паратунскую экспериментальную базу, где научные сотрудники ставили опыты и разрабатывали рекомендации по биотехнике воспроизводства *тихоокеанских лососей* для внедрения на существующих и проектных камчатских ЛРЗ (Запорожец, Запорожец, 2008).

В настоящее время в Камчатском крае функционирует пять государственных лососевых рыбоводных заводов (рис. 1), входящих в состав ФГБУ «Севострыбвод»: Паратунский ЭПЛРЗ, Вилюйский ЛРЗ, ЛРЗ «Кеткино», Малкинский ЛРЗ и ЛРЗ «Озерки» (Ромаденкова, 2013).

Заводы расположены в Петропавловско-Командорской и Камчатско-Курильской подзонах.

К Петропавловско-Командорской подзоне относятся: Паратунский ЭПЛРЗ, расположенный в Елизовском районе, недалеко от пос. Термальный, на ключе Трезубец, впадающем в р. Карымшина (Левая Паратунка, бассейн р. Паратунка), в 30 км от Авачинской губы; Виллюйский ЛРЗ, находящийся в ЗАТО Виллючинск, в 8 км от Тихого океана на оз. Большой Виллюй, и ЛРЗ «Кеткино», расположенный в Елизовском районе, на ключе Зеленовском р. Колокольникова, бассейн р. Авача, в 30 км от Авачинской губы.

Объектами искусственного воспроизводства на Паратунском ЭПЛРЗ являются кета, кижуч, на Виллюйском ЛРЗ - кижуч, на ЛРЗ «Кеткино» - кета.

К Камчатско-Курильской подзоне относятся: Малкинский ЛРЗ, расположенный в Елизовском районе, в 200 км от Охотского моря на р. Ключёвка в бассейне р. Большая, и ЛРЗ «Озерки» в Елизовском районе, в 120 км от Охотского моря на р. Плотникова, бассейн р. Большой.

Объектами искусственного воспроизводства на Малкинском ЛРЗ являются чавыча, нерка, на ЛРЗ «Озерки» - кета, нерка.

Цель работы - установить возрастной состав и биологические показатели (масса, длина) маточного стада тихоокеанских лососей на камчатских лососевых рыбоводных заводах в период с 2009 по 2013 г.

Материалы и методы

В основу работы легли биологические материалы, собранные сотрудниками ФГБНУ «КамчатНИРО» и ФГБУ «Севвострыбвод» на рыбоводных заводах Камчатского края в период сбора и закладки икры на инкубацию после взятия половых продуктов в 2009-2013 гг. Отлов производителей тихоокеанских лососей осуществлялся стационарными ловушками, установленными на базовых водоёмах камчатских ЛРЗ. Самки и самцы брались в соотношении 1:1.

У производителей тихоокеанских лососей определяли вес поротой рыбы, измеряли длину тела (АС), извлекали отоиды для определения возраста (по отоидам устанавливается общий возраст без учёта морских лет).

Данные по возрастному составу представлены сотрудниками лаборатории пресноводных биоресурсов и аквакультуры ФГБУ «КамчатНИРО» Н.А. Растегаевой и Д.А. Давидюком.

Проанализировано 3381 экз. производителей кеты, 2097 производителей нерки, 376 производителей чавычи и 1385 производителей кижуча.

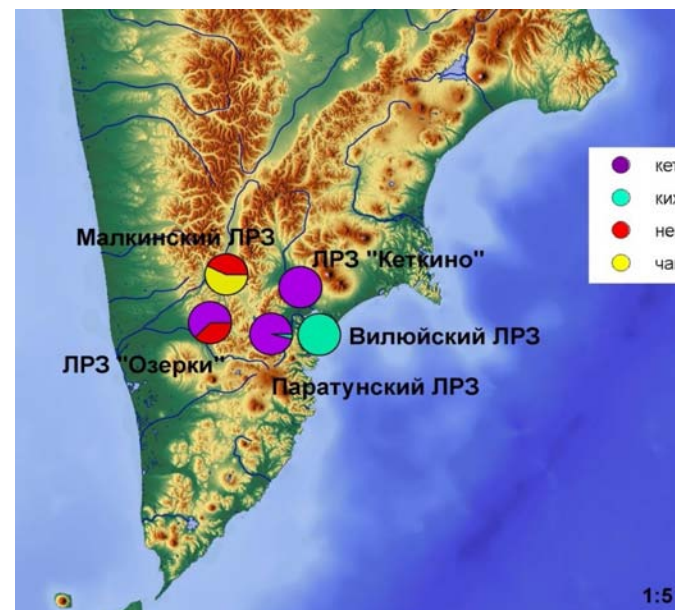


Рисунок 1. Расположение рыбоводных заводов на территории Камчатского края

Результаты и обсуждение

В Петропавловско-Командорской подзоне на Паратунском ЭПЛРЗ (ручей Трезубец) минимальная длина кеты отмечена в 2009 г. (52 см), максимальная - в 2013 г. (79 см), среднее значение длины за период с 2009 по 2013 г. изменялось от 66 до 71 см.

Минимальная масса кеты зафиксирована в 2010 г. (1600 г), максимальная - в 2009 г. (5600 г), среднее значение массы за период с 2009 по 2013 г. изменялось от 3046 до 3943 г.

Динамика длины и массы тела производителей кеты в ручье Трезубец представлена в табл. 1.

Таблица 1. Динамика длины и массы тела производителей кеты в ручье Трезубец

Годы	N, экз.	Длина (АС), см				Масса, г			
		ср.	станд. отк.	min	max	ср.	станд. отк.	min	max
2009	179	68	4,1	52	78	3726	757,3	2120	5600
2010	149	67	4,3	57	77	3189	742,1	1600	5000
2011	168	66	3,6	56	76	3046	557,3	1900	4800
2012	204	67	3,8	54	78	3155	582,2	1800	5200
2013	120	71	3,0	64	79	3943	545,1	2800	5500

В период с 2009 по 2013 г. основной подход производителей кеты в руч. Трезубец отмечен в возрасте 3+. В 2009 г. подход производителей в возрасте 3+ составил 48,5%, в 2010 – 91,0, в 2011 – 62,0, в 2012 – 58,0, в 2013 – 88,0%.

Возрастной состав производителей кеты в руч. Трезубец представлен на рис. 2.

На Виллюйском ЛРЗ (озеро Б. Виллюй) длина кижуча в период с 2009 по 2013 г. варьировала от 35 до 85 см, масса - от 580 до 7350 г. Среднее значение длины колебалось от 56 до 69 см, массы - от 1636 до 2995 г.

Динамика длины и массы тела производителей кижуча в оз. Б. Виллюй представлена в табл. 2

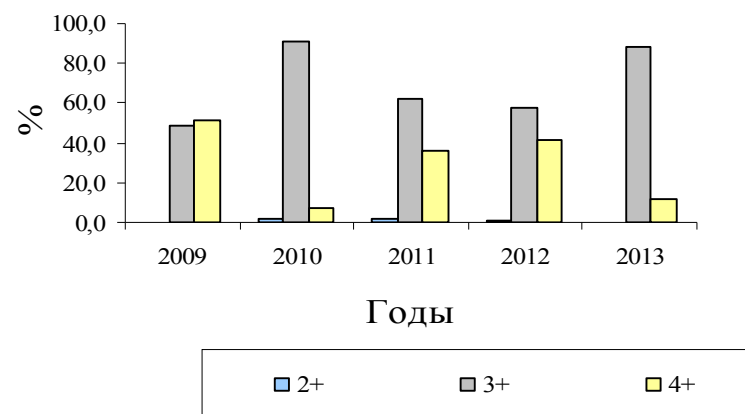


Рисунок 2. Возрастной состав производителей кеты в руч. Трезубец

Таблица 2. Динамика длины и массы тела производителей кижуча в оз. Б. Виллой

Годы	N, экз.	Длина (АС), см				Масса, г			
		ср.	станд. отк.	min	max	ср.	станд. отк.	min	max
2009	302	69	5,5	35	84	2553	651,9	900	4500
2010	182	63	5,1	54	85	2575	990,9	1200	7350
2011	301	60	5,2	47	75	2033	660,7	800	4800
2012	300	56	4,7	43	73	1636	534,1	700	4800
2013	300	66	6,6	39	80	2995	794,8	580	5250

В 2009 и 2010 гг. подход особей кижуча в оз. Б. Виллой был наибольшим в возрасте 3+, в 2011 г. возраст производителей не был определен, в 2012 и 2013 гг. производители этого вида преобладали в возрасте 4+.

Возрастной состав производителей кижуча в оз. Б. Виллой представлен на рис. 3.

На ЛРЗ «Кеткино» (ключ Зеленовский) длина тела кеты в период с 2009 по 2013 г. колебалась от 48 до 92 см, масса – от 1150 до 6600 г. Среднее значение длины и массы за рассматриваемый период – от 62 до 64 см и от 2903 до 3405 г соответственно.

Динамика длины и массы тела производителей кеты в ключе Зеленовский представлена в табл. 3.

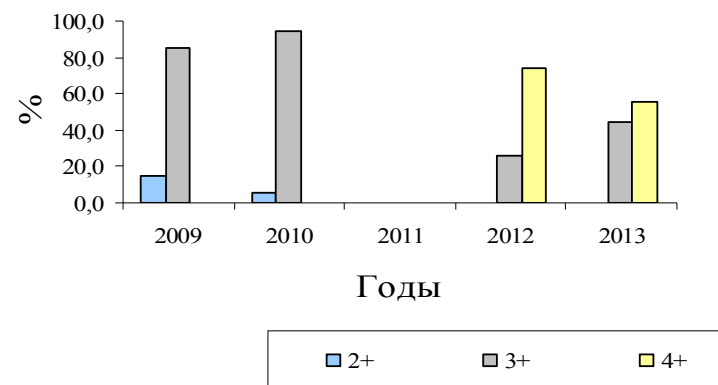


Рисунок 3. Возрастной состав производителей кижуча в оз. Б. Виллой

Таблица 3. Динамика длины и массы тела производителей кеты в ключе Зеленовский

Годы	N, экз.	Длина (АС), см				Масса, г			
		ср.	станд. отк.	min	max	ср.	станд. отк.	min	max
2009	305	64	4,0	51	74	3405	657,7	1500	5500
2010	300	62	4,3	50	77	3010	623,1	1700	5500
2011	300	62	4,8	48	74	3028	867,6	1150	4900
2012	291	62	3,7	52	72	2903	578,3	1500	4900
2013	300	64	3,9	54	92	3320	625,9	1900	6600

Доминировали по численности производители кеты в период с 2009 по 2013 г. в ключе Зеленовский в возрасте 3+ и 4+. В 2009 г. преобладали производители в возрасте 4+ (58,0%), в 2010 – 3+ (62,0%), в 2011 г. – 3+ (74,0%), в 2012 г. – 4+ (79,0%), в 2013 – 4+ (92,0%).

Возрастной состав производителей кеты в ключе Зеленовский представлен на рис. 4.

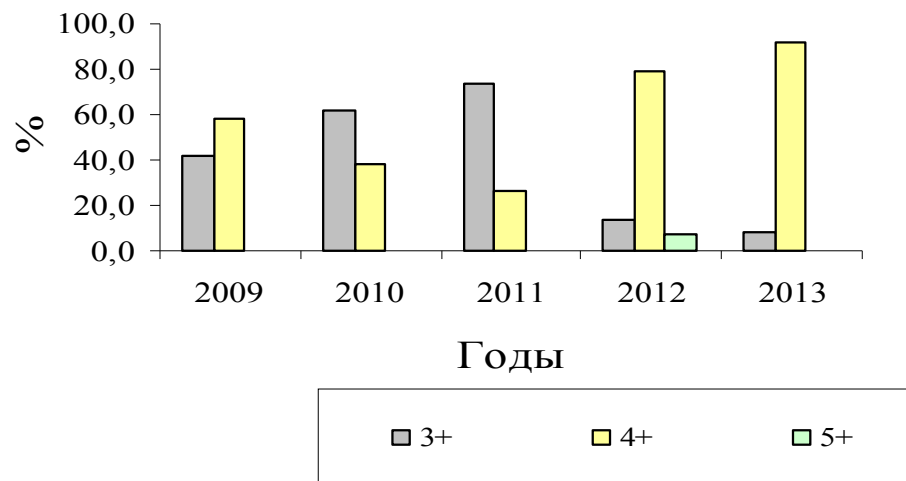


Рисунок 4. Возрастной состав производителей кеты в ключе Зеленовский

В Камчатско-Курильской подзоне на Малкинском ЛРЗ (р. Ключёвка) в период с 2009 по 2013 г. размерный состав производителей чавычи колебался от 59 до 103 см, весовой – от 1900 до 6580 г, производителей нерки - от 49 до 69 см, весовой – от 1075 до 4400 г.

Среднее значение длины чавычи варьировало от 76 до 81, нерки – от 59 до 61 см, массы чавычи – от 5725 до 6580, нерки – от 1894 до 3023 г.

Динамика длины и массы производителей тихоокеанских лососей в р. Ключёвка представлена в табл. 4.

Численно производители чавычи и нерки в р. Ключёвка преобладали в рассматриваемый период в возрасте 3+. Также в реке встречались особи как чавычи, так и нерки в возрасте 2+, 4+ и 5+.

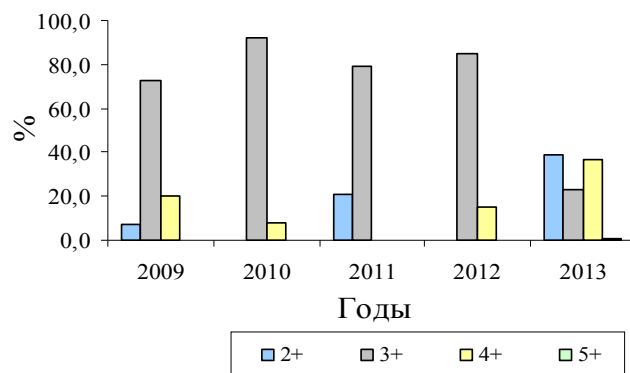
Возрастной состав производителей тихоокеанских лососей в р. Ключёвка представлен на рис. 5.

На ЛРЗ «Озерки» (р. Плотникова) диапазон изменений длины кеты в период с 2009 по 2013 г. колебался от 34 до 83 см, массы - от 1180 до 5920 г. Среднее значение длины варьировало от 65 до 68 см, массы - от 2753 до 3233 г.

Таблица 4. Динамика длины и массы производителей тихоокеанских лососей в р. Ключёвка

Годы	N, экз.	Длина (АС), см				Масса, г			
		ср.	станд. отк.	min	max	ср.	станд. отк.	min	max
Чавыча									
2009	57	81	8,1	66	102	6580	2163,8	3100	12500
2010	67	79	7,4	59	95	6032	1917,5	2100	10100
2011	32	76	9,0	64	103	5725	2171,7	3100	12700
2012	108	81	7,4	62	98	6189	2363,5	1900	12200
2013	112	78	9,8	62	102	5838	2570,5	2700	13980
Нерка									
2009	195	61	4,0	49	72	3023	499,1	1500	4400
2010	199	61	4,2	52	72	2937	515,2	1800	4400
2011	263	59	4,3	47	68	1894	302,8	1075	2485
2012	110	60	3,0	53	68	1934	188,5	1490	2270
2013	204	61	4,1	49	69	2933	496,8	1600	4000

а)



б)

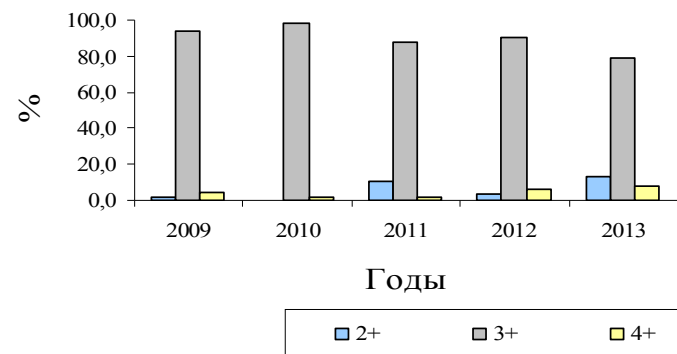


Рисунок 5. Возрастной состав производителей тихоокеанских лососей в р. Ключёвка: а) чавыча, б) нерка

Длина тела нерки за рассматриваемый период колебалась от 44 до 81 см, масса - от 1160 до 4500 г. Среднее значение длины и массы колебалось от 62 до 65 см и от 2524 до 3303 г соответственно.

Динамика длины и массы тела производителей тихоокеанских лососей в р. Плотникова представлена в табл. 5.

Таблица 5. Динамика длины и массы тела производителей тихоокеанских лососей в р. Плотникова

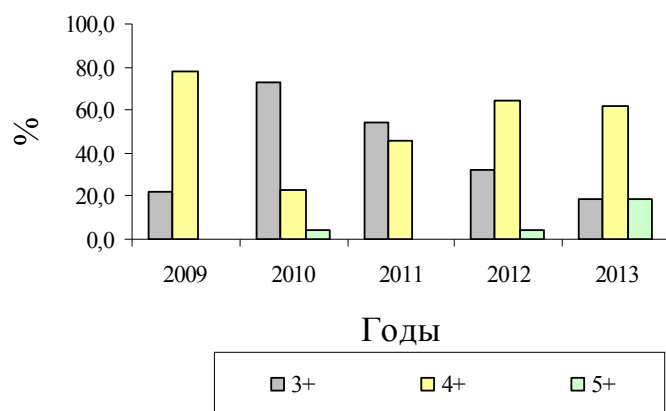
Годы	N, экз.	Длина (АС), см				Масса, г			
		ср.	станд. отк.	min	max	ср.	станд. отк.	min	max
Кета									
2009	184	68	5,1	34	83	2950	762,3	1320	5920
2010	240	66	4,1	55	79	2853	694,9	1640	4840
2011	241	65	4,6	52	78	2808	781,2	1180	5410
2012	250	65	4,2	51	77	2753	652,7	1635	4620
2013	150	67	3,7	56	76	3233	715,9	1800	5300
Нерка									
2009	306	65	5,2	44	77	3303	546,3	1620	4380
2010	151	62	4,2	52	74	2627	753,8	1240	4480
2011	139	62	5,0	46	71	2711	778,1	1160	4165
2012	380	63	4,4	52	81	2524	701,1	1400	4400
2013	150	64	4,8	51	79	2809	771,9	1300	4500

Численно преобладали производители кеты и нерки в р. Плотникова с 2009 по 2013 г. в возрасте 3+ и 4+:

- кета в возрасте 3+ заходила в 2010, 2011 гг., в возрасте 4+ – в 2009, 2012 и 2013 гг.;
- нерка в возрасте 3+ заходила в 2010 г., в возрасте 4+ – в 2009, 2011, 2012 и 2013 гг.

Возрастной состав производителей тихоокеанских лососей в р. Плотникова представлен на рис. 6.

а)



б)

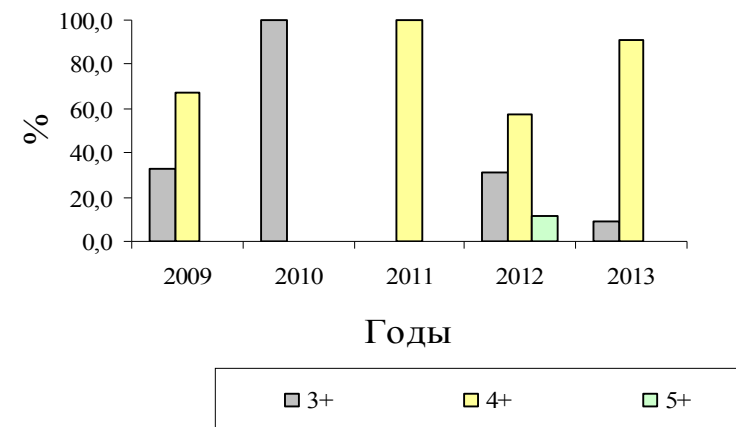


Рисунок 6. Возрастной состав производителей тихоокеанских лососей в р. Плотникова: а) кета, б) нерка

Заключение

Рассмотрев возрастной состав и размерно-весовые характеристики тихоокеанских лососей в базовых водоёмах Камчатских ЛРЗ в 2009-2013 гг., можно прийти к следующим выводам.

В Петропавловско-Командорской подзоне маточное стадо производителей кеты состоит из особей:

- на Паратунском ЭПЛРЗ в возрасте 3+ средней длиной 68 см, средней массой 3412 г;
- на ЛРЗ «Кеткино» в возрасте 3+ и 4+ средней длиной 63 см, средней массой 3133 г.

В маточном стаде производителей кижуча в оз. Б. Виллой преобладают особи в возрасте 3+-4+, средней длиной 63 см, средней массой 2358 г.

В Камчатско-Курильской подзоне маточное стадо производителей нерки состоит из особей:

- на Малкинском ЛРЗ в возрасте 3+ средней длиной 60 см, средней массой 2544 г;
- на ЛРЗ «Озерки» в возрасте 4+ средней длиной 63 см, средней массой 2795 г.

В маточном стаде производителей чавычи в р. Ключевка преобладают особи в возрасте 3+, средней длиной 79 см, средней массой 6073 г, производителей кеты в р. Плотникова - особи в возрасте 3+-4+, средней длиной 66 см, средней массой 2919 г.

Литература

Запорожец О.М., Запорожец Г.В. История изучения и современное состояние // Лососи реки Паратунка (Восточная Камчатка) – Петропавловск-Камчатский: СЭТО-СТПлюс, 2008. - 132 с.

Остроумов А.Г., Непомнящий К.Ю. Ущерб, нанесённый нерестовому фонду лососей сельскохозяйственной деятельностью // Материалы V регион. научно-практ. конф. «Рац. использование ресурсов Камчатки, прилегающих морей и развитие производственных сил до 2010 г.». – Петропавловск-Камчатский, 1989. - Т. 1. – С. 73-75.

Ромаденкова Н.Н. Биологическое состояние молоди тихоокеанских лососей, выпущенной с рыбоводных заводов Камчатского края в 2012 г. – Петропавловск-Камчатский: Вестник КамчатГТУ, 2013. - Вып. 26. – С. 48-54.

BIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF PACIFIC SALMON ADULT ESCAPEMENT TO WATERBODIES OF KAMCHATSKY KRAI WITH HATCHERIES ON FOR THE PERIOD FROM 2009-2013

N.N. Romadenkova

Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography Petropavlovsk-Kamchatsky, romadenkova.n.n@kamniro.ru

Results of biological analyzing Pacific salmon adult escapement to waterbodies of Kamchatsky krai with salmon hatcheries on are demonstrated in the article for the period from 2009 to 2013. Body length and weight of spawners, their scales and otoliths to estimate the age were analyzed.

СОДЕРЖАНИЕ

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ИХТИОФАУНЫ НИЖНЕКАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ УЧЕТНЫХ СЪЕМОК В 2015 ГОДУ

Ю.А. Северов

Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Казань, objekt_sveta@mail.ru

По результатам ежегодных учетных съемок на Нижнекамском водохранилище проведена оценка состояния рыбного населения данного водоема.

Введение

Нижнекамское водохранилище создано в 1979 г. в долине р. Камы путем перекрытия реки дамбой Нижнекамской ГЭС и наполнено до промежуточной отметки в 62,0 м по БС. Проектировалось поднятие уровня воды в водохранилище до 68,0 м по БС, но этого не произошло. В настоящее время площадь водосбора составляет около 366 тыс. км², полный объем водохранилища достигает 2,9 км³, площадь водного зеркала – 1,08 тыс. км². Длина водохранилища по р. Каме составляет 185, по р. Белой - 157 км. Максимальная ширина достигает 15, средняя - 4 км, средняя глубина – 3,3, наибольшая – 20 м. Мелководья с глубинами до 2 м занимают около 50% площади водохранилища.

Нижнекамское водохранилище является значимым рыбохозяйственным водоемом для Республик Татарстан, Башкортостан и Удмуртия. Среднегодовые уловы здесь колеблются около 270 т, а основным промысловым видом является лещ.

Изучение рыбного населения Нижнекамского водохранилища началось еще с исследований р. Камы в зоне ее подтопления (Махотин, 1984). Впоследствии проводились работы по исследованию формирования стад рыбного населения в новообразованном водоеме (Гончаренко, 1985; Махотин, 1985, 1986; Махотин, Браславская, 1985; Махотина и др., 1986), и изучению ресурсобразующих видов (Махотин, 1986, 1988; Капкаева, 1988; Анохина и др., 2010). Сводки по составу рыбного населения водоема представлены в работах Ю.М. Махотина (1985), Н.А. Бартош (2006), В.А. Кузнецова с соавторами (2007), Ф.М. Шакировой с соавторами (2011).

Как и все водохранилища Волжско-Камского каскада, Нижнекамское прошло несколько этапов формирования экосистемы и, как следствие, претерпело качественные и количественные изменения в составе рыбного населения (Махотин, 1985; Бартош, 2003; Гончаренко и др., 2009).

Материал и методика

В осенний период 2015 г. нами проведены ресурсные и мониторинговые исследования рыбного населения Нижнекамского водохранилища. Для отлова рыбы применялся 18-метровый донный двухпластный трал с ячеей в крыле 70, в сквере – 60, в мотне и кутке – 40 мм. Трал имеет горизонтальное раскрытие 20-22, вертикальное – 10 м. Продолжительность учетных тралений - 20-60 мин. в зависимости от условий лова. При аварийном тралении (зацеп, обрыв) учитывалось время до аварии. Площадь облова тралом за единицу времени определялась по скорости хода судна и раскрытию трала. Одновременно производился отлов рыбы ставными сетями с ячейей 10-60 мм, мальковой волокушей длиной 12 м с ячейей в кутке и крыльях 5 мм.

Совершено 7 тралений, 17 сете-постановок, 6 притонений мальковым бреднем. Измерение длины, массы рыб, сбор регистрирующих структур для определения возраста осуществляли по И.Ф. Правдину (1966). Для установления стадий зрелости гонад пользовались общепринятой методикой (Никольский, 1965). Всего промерено 927 экз. рыб. На возрастной состав взято более 500 экз. рыб различных видов. Первичная полевая обработка материала производилась непосредственно на судне.

Результаты и обсуждение

В траловых и сетных уловах поймано 19 видов рыб из 6 семейств, из которых 6 являются основными промысловыми видами данного водоема.

Основу траловых уловов составлял лещ, доля которого на некоторых участках водоема достигала 90%. В сетных уловах преобладала густера, массово отмечались лещ, плотва, красноперка, синец и чехонь. В мелкочейных сетях ячейей 10 мм основу уловов составляла уклейка. Вблизи н.п. Камбарка донной сетью был выловлен бычок-кругляк длиной 9 см, массой 15 г. Этот факт подтверждает то, что вид натурализовался в Нижнекамском водохранилище и расселяется вверх по р. Каме.

Лещ в траловых уловах встречался длиной от 17,5 до 37,0 см, массой от 123 до 1145 г, в возрасте от 4+ до 14+. Наибольшие уловы леща на 1 промысловое усилие (605,55 кг/усилие) отмечены в средней части водохранилища, вблизи н.п. Зуевы ключи, минимальные (2,41 кг/усилие) - в приплотинной части водохранилища.

Возрастной состав траловых уловов леща показывает, что в популяции в полной мере представлены как молодые, так и старшевозрастные группы, что свидетельствует о стабильном естественном воспроизводстве этого вида (рис. 1).

Лещ в сетных уловах представлен длиной от 17,5 до 28,0 см при массе от 110 до 605 г. Масса улова леща составила в среднем 0,56 кг/ч лова в сеть длиной 70 м.

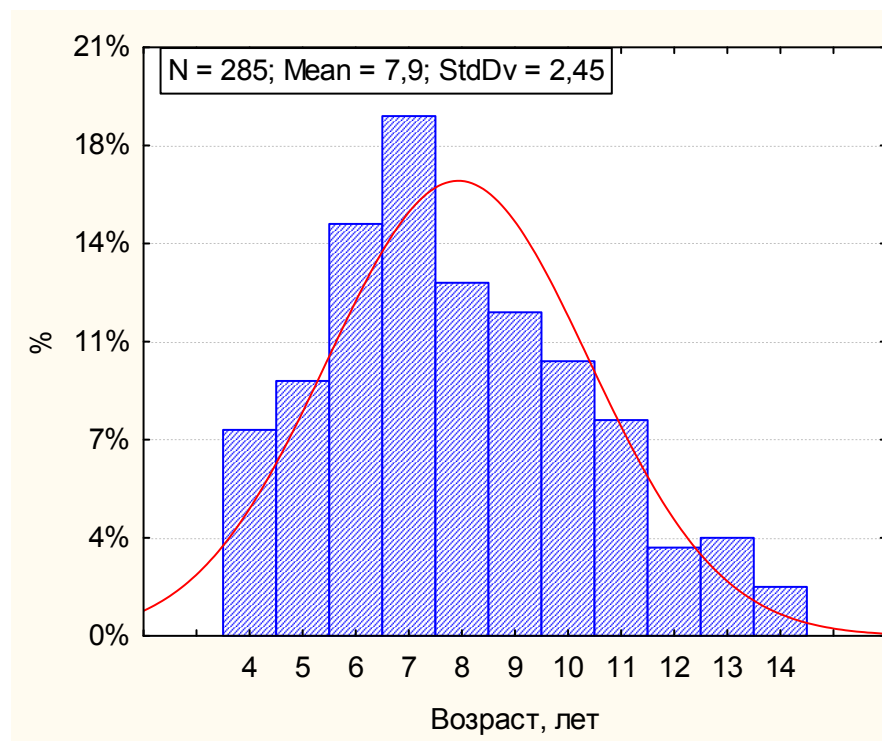


Рисунок 1. Возрастной состав леща из траловых уловов

Сравнительный анализ уловов леща из трала и сетей показывает, что наблюдаются достоверные отличия в средних размерах рыб. Средняя длина леща в сетных уловах составляла 23,31 см, в траловых - 29,54 ($t = 6,1$, достоверно при 5%-ном уровне значимости). Полученные результаты подтверждают, что в осенний период основная часть стада леща перемещается в русловую часть водохранилища и оценка абсолютной численности его промыслового стада достаточно объективна.

Согласно данным исследований предыдущих лет в числе промысловых рыб группы «мелкий частик» преобладала плотва, которая в уловах после леща и щуки занимала третье место (Махотин, 1988). В настоящее время как в промысловых, так и в контрольных уловах основную долю в данной группе рыб занимает густера. Такая ситуация сегодня наблюдается как на Куйбышевском, так и на Заинском водохранилище и ряде других. Это свидетельствует о том, что экосистемы водохранилищ развиваются по единому типу и развитие в них получают такие виды, как густера, наиболее приспособленные к обитанию в этих водоемах.

Густера в контрольных уловах 2015 г. встречалась как в сетях, так и в трале. Достоверных различий в биологических показателях густеры в уловах разными орудиями лова не отмечалось, тем не менее большие уловы как по численности, так и по биомассе у этого вида наблюдались в сетях (см. таблицу). Наибольшие концентрации были зафиксированы в устьевом участке р. Белой.

Биологические показатели густеры из сетных и траловых уловов

Орудие лова	Средняя длина, см	Средняя масса, г	Средний возраст, лет	Средний улов на 1 пром. усилие, шт.
Трал	18,1	156,8	4,7	21,6
Сети	19,1	177,92	4,9	34,0
Т	0,9	1,7	1,3	-

Исходя из анализа данных контрольных съемок, сегодня в Нижнекамском водохранилище растет численность сома. В 2015 г. этот вид отлавливался тралом на участке от устья р. Белой до устья р. Ик. Длина сома в уловах колебалась от 35 до 130 см, масса – от 1,5 до 23 кг, средний возраст составлял 5,3 года.

Из рыб сем. окуневые в сетных уловах наибольшую численность имел окунь, в траловых – берш. Средние размеры окуня в уловах были равны 20,2 см, масса - 186,38 г, берша соответственно 23,4 см и 175,12 г. Возрастной состав уловов этих видов характеризовался одновершинностью, с преобладанием у окуня 3-леток, у берша вследствие малочисленности материала в уловах встречены лишь две возрастные группы – 3- и 4-летки (рис. 2).

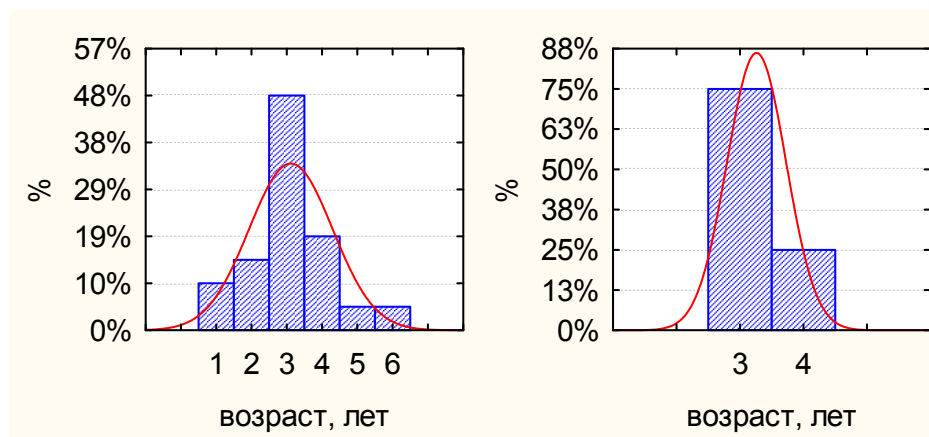


Рисунок 2. Возрастной состав траловых и сетных уловов окуня (слева) и берша (справа) Нижнекамского водохранилища

Мальковым бреднем облавливались как речные, так и озерные участки водохранилища. Следует отметить, что в каждом заброде в уловах отмечались сеголетки щуки, в прибрежье, на открытых участках, наиболее массовым видом была уклейка, а на участках побережья с макрофитами - красноперка. Кроме того, в уловах регистрировались сеголетки и годовики густеры, жереха, пескаря, судака, ерша и ельца.

Таким образом, на основании исследований выявлено, что промысловые возможности Нижнекамского водохранилища позволяют добывать здесь ежегодно в среднем около 950 т водных биоресурсов. Но, как правило, выделяемые квоты осваиваются в совокупности лишь на 30%. Показательными становятся данные рис. 3, которые свидетельствуют о том, что организация промысла на рассматриваемом водоеме не налажена. Нарращивание промысловой нагрузки на водоем в виде увеличения числа орудий лова (ставные сети) приводит к обратному эффекту – снижению величины среднего улова на 1 сеть/год. Наибольшая эффективность промысла наблюдается при условии использования на лову около 500 сетей.

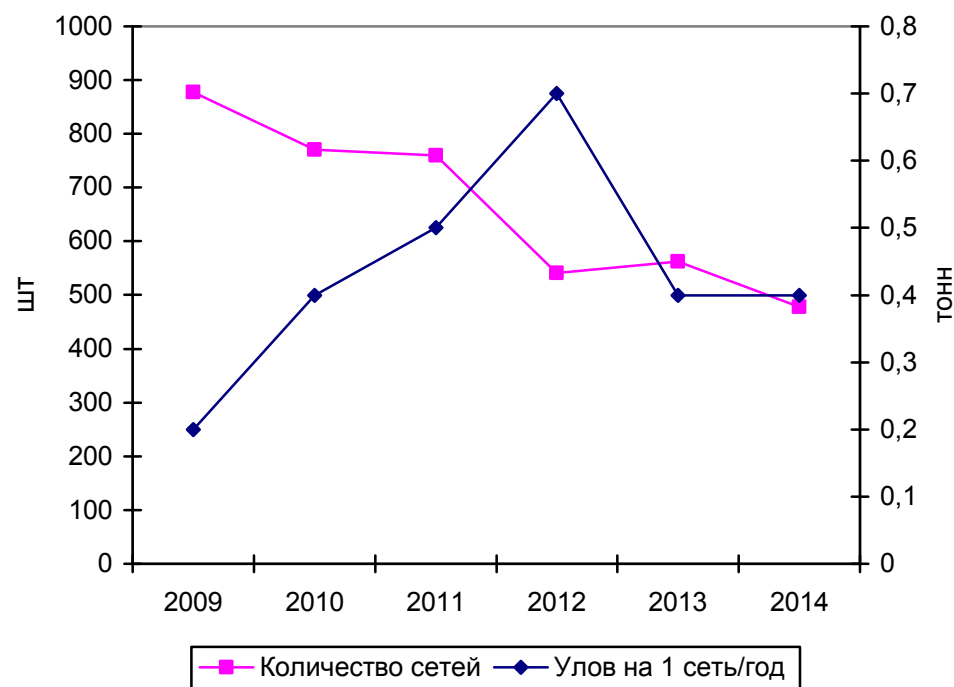


Рисунок 3. Показатели эффективности использования орудий лова на Нижнекамском водохранилище

Литература

Анохина О.К., Гончаренко К.С., Говоркова Л.К. Особенности формирования стада стерляди Нижнекамского водохранилища с момента образования по настоящее время // Воспроизводство естеств. популяции ценных видов рыб. Тез. докл. Междунар. конф. (СПб., 20-22 апреля 2010 г.). – СПб.: изд. ФГНУ «ГосНИОРХ», 2010. – С. 10-12.

Бартош Н.А. Формирование ихтиофауны Нижнекамского водохранилища // Тез. докл. VII республиканской науч. конф. / Актуальные экол. проблемы Республики Татарстан. - Казань, 2003. – С. 83.

Бартош Н.А. Состояние рыбных ресурсов в Нижнекамском и Куйбышевском водохранилищах в начале XXI столетия. – Казань: Отечество, 2006. – 181 с.

Гончаренко К.С. Формирование запасов леща в Нижнекамском водохранилище // Формирование кормовой базы и ихтиофауны во вновь созданных водоемах Волжско-Камского каскада / Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. – Л., 1985. – Вып. 240. – С. 134-137.

Гончаренко К.С., Анохина О.К., Говоркова Л.К., Миловидов В.П., Говорков В.И. Стерлядь Нижнекамского водохранилища, закономерности формирования, запасы, уловы и пути ее воспроизводства // Проблемы охраны вод и рыбных ресурсов Поволжья / Материалы Поволжск. гидроэкол. конф. (Казань, 29-30 октября 2009 г.). – Казань: Казанск. гос. ун-т, 2009. – С. 160-162.

Капкаева Р.З. Стерлядь Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ // Рыбное хоз-во Среднего Поволжья / Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. – 1988. – Вып. 280. – С. 43-54.

Кузнецов В.А., Григорьев В.Н., Аверьянов Д.Ф. Характеристика ихтиофауны Нижнекамского водохранилища // Эколого-биологические проблемы вод и биоресурсов: пути решения. - Ульяновск: УлГПУ, 2007. - С. 55-60.

Махотин Ю.М. Изучить зону затопления Нижнекамского водохранилища. Отчет. Фонды Татар. отд-ния ГосНИОРХ. – Казань, 1984. - 86 с.

Махотин Ю.М. Нижнекамское водохранилище как среда обитания ихтиофауны // Формирование кормовой базы и ихтиофауны во вновь созданных водоемах Волжско-Камского каскада / Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. – 1985. – Вып. 240. – С. 100-107.

Махотин Ю.М. Особенности формирования щуки Нижнекамского водохранилища // Уч. зап. КГУ. – Казань, 1986. – С. 43-48.

Махотин Ю.М. Промысел рыбы и промысловые возможности Нижнекамского водохранилища // Рыбное хоз-во Среднего Поволжья / Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. – 1988. – Вып. 280. – С. 11-16.

Махотин Ю.М., Браславская Л.М. Размножение рыб в Нижнекамском водохранилище // Формирование кормовой базы и ихтиофауны во вновь созданных водоемах Волжско-Камского каскада / Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. – 1985. – Вып. 240. – С. 130-134.

Махотина М.К., Миловидов В.П., Хузеева Л.М., Браславская Л.М., Гончаренко К.С. Формирование кормовой базы и ихтиофауны Нижнекамского водохранилища // Тез. докл. V съезда ВГБО (Тольятти, 15-19 сентября 1986 г.). - Куйбышев, 1986. – Ч. 2. – С. 103-104.

Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. – М.: Наука, 1965. - 382 с.

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

Шакирова Ф.М., Таиров Р.Г., Северов Ю.А. Изменение видового состава и структуры рыбного населения водоёмов Среднего Поволжья (на примере Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ) // Материалы 1 Всерос. конф. с международным участием «Современное состояние биоресурсов внутр. водоёмов» (12-16 сентября 2011 г. п. Борок).

EVALUATION OF FISH FAUNA NIZHNEKAMSK RESERVOIR RESULTS RESEARCH IN 2015

Yu.A. Severov

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Kazan, objekt_sveta@mail.ru

According to the results of the annual accounts of filming in Nizhnekamsk Reservoir assessed the state of the fish population of the pond.

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ГОНАДОСОМАТИЧЕСКОГО ИНДЕКСА У НЕКОТОРЫХ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ ОЗЕР МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Т.С. Серкова¹, И.М. Королева²

¹ Апатитский филиал Мурманского государственного технического университета, Апатиты, serkowatatyana@yandex.ru

² Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН, Апатиты, koririn@ya.ru

Исследованы гонадосоматические индексы (ГСИ) пресноводных лососевых рыб: арктического гольца (*Salvelinus alpinus* L.), кумжи (*Salmo trutta* L.) и радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) в озерах Мурманской области. Ихтиологический материал собирался в озерах водосборов Белого и Баренцева морей в период с 1996 по 2015 г. Показана зависимость индексов от стадии созревания гонад, пола и видовой принадлежности.

Северные регионы имеют уникальные запасы водных и рыбных ресурсов. Возрастающее освоение природно-минеральных ресурсов региона приводит к антропогенной нагрузке на природные экосистемы Крайнего Севера, которые, как известно, обладают низкой способностью к самоподдержанию и восстановлению, что определяет их высокую уязвимость к любым формам антропогенного воздействия. Прогнозирование возможных изменений экосистем под влиянием антропогенных факторов, определение оптимальных условий и степени эксплуатации экосистем остаются основной задачей гидроэкологии. Для решения этой задачи необходимы поиск новых или разработка уже имеющихся критериев оценки антропогенного воздействия на живые организмы применительно к условиям данного региона (Алимов, 2000).

Сформулированный С.С. Шварцем в 1953 г. метод морфофизиологических индикаторов быстро стал популярным, и во второй половине прошлого столетия появилось множество работ, так или иначе связанных с этим методом (Божко, 1969; Смирнов и др., 1972; Добринская, Огурцов, 1979; Переварюха, 1996; Крупень и др., 1997; Королева, 2001). Предполагалось, что применение показателей (индексов) позволит установить ряд характерных особенностей в относительных величинах отдельных органов и подойти к вопросу о причинности наблюдающихся различий в этих особенностях у разных видов рыб (Божко, 1969).

На Кольском полуострове данный метод в комплексе с другими успешно использовался Т.И. Моисеенко для оценки адаптивной реакции организмов рыб на антропогенное загрязнение (Моисеенко, 1983, 1997). Ею же было сформировано представление о "дополнительной энергетической плате" на детоксикацию, которая может определять морфофизиологическую изменчивость рыб (Моисеенко, 2000).

Частным случаем применения метода морфофизиологических индикаторов является использование относительного веса гонад. На необходимость взвешивания половых продуктов и вычисления коэффициента зрелости по отношению массы гонад к массе тела

впервые было указано в работе Г.В. Никольского (1939). Изучение динамики этого коэффициента позволяло проследить ход созревания половых продуктов и сопоставить изменения величины коэффициента зрелости с изменениями в поведении рыбы (интенсивность питания, миграции и т. п.). Исследование роста и развития внутренних органов рыб необходимо при их акклиматизации и выращивании в естественных водоемах и водохранилищах, поскольку позволяют судить о развитии рыб.

Цель работы. Выявить изменчивость гонадосоматических индексов пресноводных лососевых рыб озер Мурманской области в зависимости от стадии созревания, пола и видовой принадлежности.

Материал и методика. В качестве объектов были взяты осенненерестующие виды арктический голец (*Salvelinus alpinus* Linnaeus), кумжа (*Salmo trutta* Linnaeus) и интродуцированная в 1974 г. в оз. Имандра радужная форель (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) (=Parasalmo mykiss). Ихтиологический материал собирался в озерах Имандра, Большой и Малый Вудъявр (водосбор Белого моря), Куэтсъярви, Шуонияур, Большое Урагубское (водосбор Баренцева моря) в период с 1996 по 2015 г. Рыба обрабатывалась принятыми в ихтиологии методами (Лапицкий, 1949; Правдин, 1966). Также использованы архивные материалы Института проблем промышленной экологии Севера по уловам 1978-1979 гг. Всего было изучено 220 экз. рыб (130 гольцов, 15 - кумжи, 74 экз. форели).

Состояние репродуктивных органов рыб оценивали по гонадосоматическому индексу (ГСИ), который определялся отношением массы половых желез рыб к общей массе тела в промилле. Каждая особь взвешивалась с точностью до грамма. После вскрытия извлекались гонады, которые взвешивались с точностью до десятых значений. Отношение весовых значений половых продуктов к массе рыбы без внутренностей (порки), умноженное на 1000, принимали как ГСИ:

$$\text{ГСИ} = P_1/P_0 \cdot 1000,$$

где ГСИ – относительный вес органа в промилле, P_1 – масса органа (гонады), P_0 – масса тела.

Статистическую обработку проводили по общепринятым методам (Ивантер, Коросов, 1992). Определяли: n – объем выборки, M – медиана, m – статистическая ошибка, CV – коэффициент вариации. Анализ и визуализация данных осуществлялись с помощью пакета прикладных программ статистической обработки "STATISTICA" и с использованием программы Microsoft Excel.

Озеро Куэтсъярви по качеству вод является одним из самых загрязненных в Мурманской области. Водная система озера подвергается прямым выбросам загрязняющих веществ с металлургических и плавильных предприятий (комбинат "Печенганикель"), а также посредством атмосферного выпадения загрязняющих веществ. Озеро Шуонияур в меньшей степени подвержено влиянию того же комбината. Воды озера Большое Урагубское являются слегка закисленными, загрязняются в основном аэротехногенным путем (Экологический каталог..., 2009).

На оз. Имандра влияние оказывает развитый индустриальный комплекс. Среди основных производств выделяются: горнодобывающая промышленность (ОАО "Апатит"), металлургическая промышленность (Кольская ГМК, ОАО "Североникель"), железорудное производство (ОАО "Олкон"). Озеро загрязняется как в результате различных по характеру стоков, так и за счет выпадения загрязняющих веществ из атмосферы (Антропогенные модификации..., 2002).

Водоемы Хибинского горного массива в различной степени подвержены влиянию апатитового производства. Воды оз. Большой Вудъявр характеризуются как "умеренно загрязненные", оз. Малый Вудъявр - как "чистые" (Антропогенные изменения..., 2008).

Результаты. В Мурманской области метод морфофизиологических индексов впервые был применен при ихтиологических работах на оз. Имандра в 1978 г. Объектами исследований явились представители сем. лососевых, сига и щуки. В данной статье представлены результаты анализа изменчивости гонадосоматического индекса для представителей р. Лососи – *Salmo* и р. Гольцы – *Salvelinus*.

ГОЛЬЦЫ. Выборка гольцов в оз. **Имандра** в конце *августа 1978 г.* была представлена 6 особями, на долю самок приходилось 80%. Средняя навеска в улове составляла 760 г. Самка массой 400 г имела гонады на I стадии зрелости (ГСИ 0.75), наиболее крупная особь массой 1580 г - на III стадии зрелости (ГСИ 8.8). Гонады остальных рыб находились на II стадии зрелости, пределы варьирования ГСИ - от 1.6 до 3.1 (табл. 1). У неполовозрелого самца массой 600 г данный показатель был равен 1.2.

В уловах *1996 г.* в оз. **Имандра** гольцы были также представлены преимущественно самками. В мае рыбы массой менее 310 г имели незрелые половые продукты (ГСИ ≤ 1). К середине лета у самок массой от 288 до 560 г яичники находились на II стадии зрелости, ГСИ варьировал от 3.0 до 5.2. К концу *августа* произошло увеличение доли самок, готовящихся к нересту (III стадия зрелости), средняя величина ГСИ выросла до 6. Наиболее крупная самка массой 1140 г обладала самым высоким индексом – 8.2. Единственный пойманный в 1997 г. самец массой 740 г уже в июне имел гонады на III стадии развития, и его ГСИ достигал величины 28.3.

Таблица 1. **Изменчивость гонадосоматического индекса у самок гольца (оз. Имандра)**

Дата	Стадия зрелости						п, экз.
	I		II		III		
	M ± m	CV	M ± m	CV	M ± m	CV	
31.08.1978	0.75	–	4.2 ± 0.8	1.6	8.8	–	5
14.05.1996	0.90 ± 0.1	0.2	3.7 ± 0.3	0.8	8.2	–	6
26.08.1996	–	–	4.3 ± 0.6	1.0	5.1 ± 0.5	0.9	4
08.09.2011	–	–	2.9 ± 0.6	1.0	–	–	3

У гольца из оз. **Большой Вудъявр** в *2006 г.* масса гонад определена только для 5 особей. Это были пяти-шестилетние самцы массой от 116 до 405 г. В сентябре их половые продукты находились на III стадии зрелости, ГСИ варьировал от 21 до 38, в среднем 26.

В *2015 г.* в улове присутствовали только самки с незрелыми половыми продуктами. Средняя навеска у самок с гонадами I стадии зрелости, т.е. ещё ни разу не принимавших участие в нересте, была равна 417 г (пределы варьирования 123–540 г). Гонадосоматический индекс лежал в пределах 1.2–2.4, в среднем 1.6. У самок с половыми продуктами на II стадии зрелости средняя навеска была выше – 610 г (140–640). Их ГСИ находился в пределах 3.2–5.6, в среднем 4.7 (табл. 2).

Таблица 2. Изменчивость гонадосоматического индекса у гольца водоемов Хибинского горного массива

Дата	Самцы		Самки						п, экз.
	III, III–IV		I		II		III–IV		
	M ± m	CV	M ± m	CV	M ± m	CV	M ± m	CV	
Озеро Большой Вудъявр									
07.09.2006	26 ± 3	7	–	–	–	–	–	–	5
23.10.2015	–	–	1.6 ± 0.2	0.5	4.7 ± 0.5	1.0	–	–	8
Озеро Малый Вудъявр									
29.09.2006	27 ± 1	8	–	–	–	–	156 ± 20	70	64
23.10.2015	40 ± 5	–	–	–	9.4 ± 1.2	2.6	195 ± 14	35	16

Отличительной особенностью гольцов в оз. **Малый Вудъявр** являются их небольшие размеры, средняя навеска составляла 52 г (пределы варьирования 23–167). В конце *сентября 2006 г.* улов состоял из нерестующих в данном году особей с гонадами на III–IV стадиях зрелости. У самцов половозрелость наступала в двухлетнем возрасте при достижении длины по Смитту 12.3 см и массы 23 г, самки созревали в возрасте 2+ при минимальных размерах 52 г и 16 см (Терентьев, 2009). Гонадосоматический индекс у самцов варьировал от 14.8 до 52 (в среднем 26). У самок с гонадами на III стадии зрелости ГСИ в среднем был равен 45, на III–IV стадии он возрастал до 135 (среднее значение) с максимумом 326. В *октябре 2015 г.* в улове доминировали нерестовые особи. Незначительное количество самок с гонадами на V стадии зрелости свидетельствовало о начале нереста. Средняя навеска составляла 40 г (пределы варьирования 15–160). У готовых к нересту самцов ГСИ лежал в пределах 25–49 (в среднем 40). Минимальные размеры половозрелого самца были равны 18 г и 11.6 см. У самок более половины особей пропускали нерест, их ГСИ колебался от 3.7 до 9.4. Среди готовых к икрометанию рыб наименьшие размеры имела особь массой 31 г и длиной АС 14 см. Гонадосоматический индекс у самок с гонадами на III–IV стадии в среднем составлял 195 (пределы варьирования 169–270).

В оз. **Шуонияур** совместно обитают гольцы и кумжи. Гольцы отличаются небольшими размерами, в уловах 2005 г. средняя навеска составляла 230, в 2012 г. – 130 г., в оба года доминировали четырехлетние рыбы. Сбор ихтиологического материала производился в августе, в этот период все особи имели гонады на III, III–IV и IV стадиях зрелости. У самцов в *2005 г.* ГСИ в среднем составлял 23 (пределы варьирования 11–39), в *2012 г.* – 27 (24–44). У самок этот показатель в 2.5–3 раза выше – в *2005 г.* – 68 (32–158) и в *2012 г.* – 74 (47–84) (табл. 3). Минимальные размеры половозрелого самца составляли 64 г и 16.7 см, половозрелой самки – 92 г и 25 см.

Таблица 3. Изменчивость гонадосоматического индекса у гольцов озер водосбора Баренцева моря

Дата	Самцы		Самки		п, экз.
	III, III–IV, IV стадии зрелости				
	M ± m	CV	M ± m	CV	
Озеро Шуонияур					
04.08.2005	23 ± 3.6	9.4	68 ± 10	33	18
24.08.2012	27 ± 2.0	6.2	74 ± 11	19	12
Озеро Большое Урагубское					
24.08.2007	51 ± 5.7	15.2	127 ± 14	34	13

В оз. **Большом Урагубском** в конце августа 2007 г. определение массы гонад производилось только у нерестовых особей с гонадами на III–IV и IV стадиях зрелости. Их доля в улове достигала 56%. Это были четырех-шестилетние рыбы массой от 33 до 474 г (в среднем 180 г). Минимальные размеры половозрелого самца составляли 33 г и 14.5 см, половозрелой самки – 134 г и 25.7 см. Гонадосоматический индекс для самцов составил 51 (пределы варьирования 25–62), для самок – 127 (110–192) (см. табл. 3).

КУМЖА. В оз. Имандра в 2011 г. в уловах доминировали самки в возрасте от 3+ до 6+. Средняя навеска составила 450 г (пределы варьирования 309–1165). Все рыбы пропускали нерест в текущем году, не исключая наиболее крупную пятилетнюю самку, чей ГСИ равнялся 4.2. У остальных самок данный показатель колебался от 0.67 до 1.85.

В уже упоминавшемся оз. **Шуонияур** в начале августа 2005 г. готовящиеся к нересту особи отсутствовали. Средняя навеска составила 160 г, возрастной ряд ограничивался шестилетними рыбами. В отличие от гольца у самцов и самок кумжи гонады находились на II, II–III стадиях зрелости. Определение ГСИ у трех самок показало, что у одной самки с гонадами на I стадии зрелости его величина была равна 0.4, у оставшихся двух – 3 и 4.6.

ФОРЕЛЬ. Исследование динамики гонадосоматического индекса у интродуцированной и в дальнейшем натурализовавшейся форели (Лукин, 1998) проводилось в оз. **Имандра** в плесе, испытывающем влияние сбросных подогретых теплых вод Кольской АЭС.

В конце *августа 1978 г.* в уловах доминировали самцы, возрастной ряд насчитывал три группы (1+–3+). Средняя навеска была равна 274 г. В незначительном количестве присутствовали рыбы с гонадами I стадии зрелости, их гонадосоматические индексы были равны 0.6 (у самцов) и 0.14 (у самок). Основу выборки составили особи с гонадами на II стадии зрелости. ГСИ у самцов колебался от 2 до 6.5 (в среднем 2.4), у самок - от 1.5 до 1.9 (в среднем 1.6). У рыб, готовящихся к нересту, на III стадии зрелости масса гонад и, соответственно, индекс были выше – у самцов ГСИ было равно 7–13 (в среднем 9), у единственного экземпляра самки - 9 (табл. 4).

В *мае 1979 г.* у обоих полов гонады находились на I и II стадиях зрелости. Средняя навеска была равна 200 г, рыбы старше трех лет в улове отсутствовали. У форели обоих полов с недавно сформировавшимися репродуктивными органами (I стадия зрелости) ГСИ

не превышал 1 (пределы варьирования 0.1–1.0). Для особей на II стадии зрелости показатель для самцов и самок был равен, соответственно, 1.6 (1.0–2.4) и 1.8 (1.2–6.0).

В *сентябре 1979 г.* картина не меняется – у особей с гонадами на I стадии зрелости гонадосоматический индекс не превышает 1. У самца с гонадами на II стадии зрелости индекс равен 1.8, у самок ГСИ незначительно увеличивается по сравнению с майским значением – 2 (1.5–4.8). При переходе на III стадию зрелости у самцов ГСИ возрастает до 36 (27–86). Минимальные размеры половозрелого самца составляли 214 г и 25 см. Самки на этой стадии зрелости в улове отсутствовали.

Таблица 4. Изменчивость гонадосоматического индекса у форели (оз. Имандра)

Дата	Стадия зрелости						п, экз.
	I		II		III, III– IV*, IV**		
	M ± m	CV	M ± m	CV	M ± m	CV	
Самцы							
23.08.1978	0.6 ± 0.02	0.02	2.4 ± 0.9	1.9	9.0 ± 1.4	1.9	11
25.05.1979	0.5 ± 0.1	0.3	1.6 ± 0.2	0.5	4.7	–	12
14.09.1979	0.7 ± 0.1	0.2	1.8	–	36 ± 13*	27	8
20.10.2011	0.1	–	–	–	131**	–	2
Самки							
23.08.1978	0.14	–	1.6 ± 0.1	0.2	9.0	–	6
25.05.1979	0.9 ± 0.1	0.2	1.8 ± 0.7	1.8	–	–	11
14.09.1979	0.9	–	2.0 ± 0.4	1.1	–	–	8
20.10.2011	0.3 ± 0.1	0.5	1.3 ± 0.4	0.9	–	–	16

В конце *октября 2011 г.* в уловах доминировали самки (90%), преимущественно четырехлетние. Средняя навеска была равна 402 г (пределы варьирования 122–886). За исключением единственного самца с гонадами на IV стадии зрелости, чей гонадосоматический индекс равнялся 131, остальные рыбы нерест пропускали. Их половые продукты находились, в основном, на I стадии развития, и ГСИ не превышал 1.

Обсуждение. Проведенный анализ динамики гонадосоматического индекса у трех видов сем. лососевых позволил установить определенные закономерности. У рыб, имеющих гонады на I стадии зрелости, величина гонадосоматического индекса в большинстве случаев находится в пределах 0.1–1. Значительный диапазон величин ГСИ у особей, гонады которых имеют II стадию зрелости, объясняется наличием в данной группе рыб, либо ни разу не принимавших участие в нересте, либо пропускающих нерест в текущем году. Вместе с тем предел колебаний ГСИ можно ориентировочно установить с 1.0 до 10. Для следующей группы, с гонадами

на III стадии зрелости, интервал может быть ограничен значениями 11–50. У рыб полностью готовых к нересту величина ГСИ приближается к 100 и в отдельных случаях превышает 300. Промежуточное положение занимают особи, чье состояние гонад оценивается III–IV стадией зрелости. У нерестовых самок величина ГСИ в 2.5–6 раз выше, чем у самцов.

Малый объем выборки по кумже не позволяет проверить достоверность видовых отличий, но из имеющегося материала видно, что при сопоставлении индекса гонад у рыб одной и той же стадии зрелости у гольцов он обычно выше, чем у кумжи и форели.

Изучение более высоких индексов у мелкой формы гольца по сравнению с крупной также требует дальнейшего исследования.

Полученные данные могут быть использованы для решения теоретических вопросов популяционной экологии рыб и в практике рыбоводства. Поскольку визуально точно определить стадию зрелости бывает трудно, особенно при массовом просмотре материала, гонадосоматический индекс может быть рекомендован для более точного определения стадии зрелости. Обязательным условием практического применения ГСИ является предварительная проверка соответствия величин гонадосоматических индексов данным гистологического анализа.

Литература

- Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. - СПб.: Наука, 2000. - 147 с.
- Антропогенные изменения водных систем Хибинского горного массива (Мурманская область). - Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2008. - Т. 1. - 250 с.; Т. 2. - 282 с.
- Антропогенные модификации экосистемы озера Имандра / отв. ред. Т.И. Моисеенко. - М.: Наука, 2002. - 403 с.
- Божко А.М. Опыт применения метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб. Автореф. канд. дис. – Петрозаводск, 1969. - 24 с.
- Добринская Л.А., Огурцов Г.И. Оценка экологических группировок молоди карпа методом морфофизиологических индикаторов // Экол. физиология и биохимия рыб / Тез. IV Всесоюз. конф. – Астрахань, 1979. - Т. 1. - С. 155-156.
- Ивантер Э.В., Коросов А.В. Основы биометрии. - Петрозаводск: ПГУ, 1992. - 165 с.
- Королева И.М. Влияние загрязнения на морфофизиологические показатели сигов *Coregonus lavaretus* в водоемах Кольского Севера. Канд. дис. – Апатиты, 2001. - 186 с.
- Крупень И.М., Рыжков Л.П., Вильянен М. Морфофизиологическая характеристика ерша (*Acerina cernua* L.) из озер Онежское (Карелия) и Пюхялампи (Финляндия) // Материалы докл. I Междунар. конф. Баренц-Евро-Арктического региона. – Петрозаводск, 1997. - С. 91-92.
- Лапицкий И.И. Овогенез и годичный цикл яичников у сига-лудогы // Труды Лаборатории основ рыбоводства. - Л., 1949. - Т. 2. - С. 37-63.
- Лукин А.А. Интродукция радужной форели *Parasalmo mykiss* в оз. Имандра (Кольский полуостров) // Вопр. ихтиологии. - 1998. - Т. 38. - № 4. - С. 485-491.
- Моисеенко Т.И. Влияние на рыб загрязнения субарктического водоема (на примере оз. Имандра). Канд. дис. - Л.: изд. ГосНИОРХ, 1983. - 228 с.

Моисеенко Т.И. Теоретические основы нормирования антропогенных нагрузок на водоемы Субарктики. - Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. - 261 с.

Моисеенко Т.И. Морфофизиологические перестройки организма рыб под влиянием загрязнения (в свете теории С.С. Шварца) // Экология. - 2000. - № 6. - С. 463-472.

Никольский Г.В. Инструкция по инвентаризации фауны рыб в заповедниках // Научно-метод. Зап. Гл. упр. по заповедникам. - 1939. - Вып. 5. - С. 33-50.

Переварюха Ю.Н. Сравнительная морфофизиологическая характеристика речных и водохранилищных популяций четырех видов семейства карповых. Автореф. канд. дис. - СПб., 1996. - 15 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. - М.: Пищевая пром-сть, 1966. - 375 с.

Смирнов В.С., Божко А.М., Рыжков Л.П., Добринская Л.А. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб. - Петрозаводск: изд-во Карелия, 1972. - 167 с.

Терентьев П.М., Кашулин Н.А., Денисов Д.Б., Валькова С.А. Современные тенденции изменения биоты пресноводных экосистем Мурманской области // Вестник МГТУ. - 2009. – Вып. № 3. – Т. 12. – С. 525-528.

Экологический каталог озер Мурманской области. Ч. 1. Северо-западная часть Мурманской области и приграничные территории сопредельных стран / под ред. Кашулина Н.А. - Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2009. - 226 с.

VARIABILITY OF THE GONADOSOMATIC INDEX IN SOME SALMONS OF LAKES OF MURMANSK REGION

T.S. Serkova¹, I.M. Koroleva²

¹ Apatity branch of Murmansk State Technical University, Apatity, serkowatatyana@yandex.ru

² Institute of North Industrial Ecology Problems of Kola Science Centre, Apatity, koririn@ya.ru

Gonadosomatic index (GSI) of fresh-water salmonids is investigated: the Arctic char (*Salvelinus alpinus* L.), a bull-trout (*Salmo trutta* L.) and a rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in lakes of Murmansk region. The ichthyological material was collected in the lakes of the White and Barents Sea catchments during the period from 1996 to 2015. The dependence of the GSI of the stage of gonad maturation, sex and species is shown.

СОДЕРЖАНИЕ

БИОИНДИКАЦИЯ РТУТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ БАССЕЙНА КУБЕНСКОГО ОЗЕРА

А.А. Соколова

Вологодское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Вологда, annso92@mail.ru.

Введение. Загрязнение окружающей среды в последнее время приобретает глобальный характер. Особенно неблагоприятная ситуация складывается в водных экосистемах. Главными загрязнителями водных объектов являются тяжелые металлы. Один из таких металлов является ртуть, способная в водной среде образовывать органическую (метильную) форму. Ртуть легко передается по трофической цепи и активно накапливается в гидробионтах. В водных экосистемах наиболее интенсивно она аккумулируется в органах и тканях рыб, особенно в хищных (Степанова, Комов, 1997). Поэтому рыбы часто используются в качестве индикаторов ртутного загрязнения водных экосистем. Поэтому в настоящее время большой интерес представляют исследования, направленные на изучение содержания ртути в разных видах рыб, особенно крупных рыбопромысловых водоёмов. Одним из таких водоёмов на территории Вологодской области является озеро Кубенское, рыбные ресурсы которого круглогодично используются промышленным рыболовством, а также рыбаками – любителями.

При потреблении рыбы с высоким содержанием металла она является одним из основных источников поступления ртути в организм человека. В тоже время исследований, направленных на закономерности накопления ртути в организме человека, факторов их обуславливающих крайне мало. Для более полной и адекватной оценки ртутного загрязнения водоёмов проводится исследование содержания ртути в волосах людей, проживающих в населенных пунктах, расположенных вблизи водоёмов. Волосы являются второй по порядку метаболической активности тканью после костного мозга. Они постоянно снабжаются кровью, которая содержит в себе следы всего, что поступает в организм человека. Вырастая, в среднем, на 0,2 – 0,5 мм в день, волосы накапливают и хранят информацию о состоянии человека, а также среды, в которой он находится. В отличие от биологических жидкостей (кровь, моча), дающих представление о коротком промежутке времени – от часов до суток, волосы, в зависимости от длины, могут представлять период от нескольких дней до нескольких месяцев или даже нескольких лет. Причем, человеческий волос является хорошим примером ткани, которую легко отбирать, легко хранить и готовить для анализа. Именно поэтому, анализ волос на содержание токсических элементов, в том числе ртути широко применяется в практике токсикологических исследований (Bencko, 1995). Целью настоящей работы является оценка ртутного загрязнения бассейна Кубенского озера с использованием рыб, а также волос людей как биоиндикаторов.

Материалы и методы исследования. Сбор ихтиологического материала проводился в течение 2012-2014 гг. Лов рыбы осуществлялся с использованием ставных сетей ячеей 40-80 мм, удочек, а также спиннинга в бассейне Кубенского озера (Кубенское

озеро, Токшинский залив, нижнее течение и устьевая часть реки Уфтюги). Для оценки степени ртутного загрязнения бассейна Кубенского озера проводилось определение содержания токсиканта в мышечной ткани у 144 экземпляров разных видов рыб Кубенского озера, Токшинского залива и реки Уфтюги. Для выявления факторов обуславливающих накопление металла в организме человека проводилось определение ртути в волосах у людей из села Никольское (расположено в непосредственной близости от р. Уфтюга) и города Вологды. Сбор материала для определения ртути в волосах проводился в 2015 году. Концентрация ртути определялась на базе лаборатории физиологии и токсикологии Института биологии внутренних вод РАН имени И.Д. Папанина с использованием ртутного анализатора РА-915+ с приставкой ПИРО (Люмэкс) атомно-абсорбционным методом холодного пара без предварительной пробоподготовки. Одновременно при отборе проб волос проводилось анкетирование населения для выявления разных факторов (возраст, пол, курение, потребление рыб), влияющих на уровень накопления ртути.

Результаты исследования. Накопление ртути в разных видах рыб бассейна Кубенского озера определяются природными и антропогенными факторами. Большая площадь водосбора (14400 км^2) с разветвленной гидрографической сетью и рядом крупных притоков (реки Кубена, Уфтюга и Большая Ельма) способствуют поступлению в Кубенском озере в значительных количествах аллохтонного вещества, в том числе и ртутьсодержащих соединений (Соколова, 2015). Кубенское озеро принадлежит к бассейну Северной Двины, его длина составляет около 60 км, ширина – от 2.5 до 13 км. Средняя глубина водоема колеблется в пределах 2.5-2.9 м. Одной из отличительных гидрологических особенностей озера Кубенского является значительное колебание уровня воды по сезонам года (Болотова, Воробьев, 2007). Сочетание обширного водосбора с крупными притоками обеспечивают высокий водообмен. Кроме того, Кубенское озеро испытывает немалые антропогенные нагрузки, связанные с сельскохозяйственным производством, населенными пунктами, речным транспортом, маломерным флотом, рыболовством и рекреацией. Река Уфтюга является одним из крупных притоков Кубенского озера. Общая длина водотока составляет 117 км, а площадь бассейна – 1300 км^2 . Основными правобережными притоками являются р. Ухтомица, а левобережными – р.р. Содошка, Яхреньга и Шовеньга (Соколова, 2014).

Результаты изучения накопления ртути в условиях Кубенского озера выявили более высокое содержание токсиканта в мышечной ткани хищных рыб (щука, окунь и судак) по сравнению с мирными (густера, плотва и лещ). Так, среднее содержание ртути в мышцах хищных видов рыб почти в 3 раза больше, чем у мирных (рис. 1). Этот факт подтверждает интенсивную биоаккумуляцию ртути по трофической цепи водных экосистем. При этом наиболее высокие концентрации ртути регистрировались у щуки и окуня – 0,82 и 0,59 мг/кг, соответственно. Нужно отметить, что уровень токсиканта в мышцах этих видов превышал предельно-допустимую концентрацию (ПДК) у щуки, установленную для хищников (0,6 мг/кг), но не превышал таковую у окуня. Среди мирных видов рыб Кубенского озера содержание ртути варьировало от 0,13 мг/кг у густеры до 0,27 мг/кг – у леща. Эти показатели не превышали уровень ПДК токсиканта (0,3 мг/кг), установленный для мирных видов рыб. Исследование зависимости содержания ртути в мышечной ткани рыб Кубенского озера от длины тела на примере окуня, плотвы и густеры показало увеличение уровня токсиканта с возрастанием длины тела. Аналогичная коррелятивная зависимость наблюдается при сопоставлении уровня накопления токсиканта с возрастом рыб.

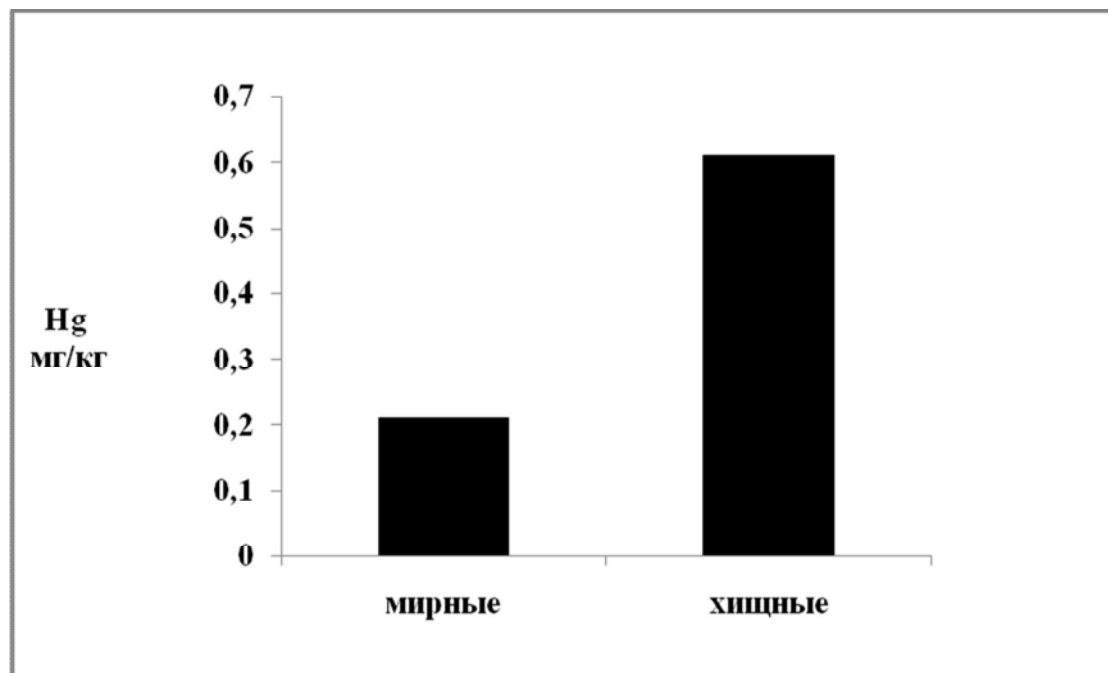


Рисунок 1. Содержание ртути в мышечной ткани мирных и хищных видов рыб Кубенского озера

В Токшинском заливе, как и в Кубенском озере, наибольшая концентрация ртути наблюдалась в мышечной ткани хищных видов рыб по сравнению с мирными. Высокое содержание ртути наблюдалось у окуня (0,84 мг/кг), превышающее ПДК. Из мирных видов рыб более высокие концентрации токсиканта отмечались у язя (0,46 мг/кг), причем среднее его содержание превышало ПДК, установленную для мирных видов рыб (0,3 мг/кг). Возможно, такие высокие концентрации ртути у язя связаны с переходом на хищный тип питания у старшевозрастных особей. Наименьшее содержание ртути среди мирных видов рыб наблюдалось у густеры (0,12 мг/кг).

Для хищных видов рыб в р. Уфтьюга также сохраняется выявленная тенденция более высокого содержания ртути по сравнению с мирными видами. Среди хищных видов рыб наибольшее содержание ртути наблюдалось у окуня (0,69 мг/кг), причем средняя концентрация ртути в окуне превышала ПДК. Среди мирных видов рыб наибольшее содержание ртути отмечалось в мышцах густеры (0,37 мг/кг) и язя (0,33 мг/кг), причем средняя концентрация ртути превышала ПДК, установленную для мирных видов рыб (0,3 мг/кг). Изучение содержания ртути в мышечной ткани язя и окуня показали увеличение концентрации ртути в устьевом участке р. Уфтьюга по сравнению с нижним ее течением. Так, в мышцах язя нижнего течения уровень токсиканта в среднем составил 0,35 мг/кг, а в устье водотока – 0,48 мг/кг. В мышечной ткани окуня также более высокий уровень содержания ртути регистрировался в устье р. Уфтьюга (1,51 мг/кг), что в 1,8 раза превышает содержание ртути в нижнем течении рассматриваемого водотока.

Исследование закономерностей накопления ртути в мышечной ткани рыб р. Уфтюга в сравнении с Кубенским озером и Токшинским заливом проводилось на примере окуня. Выявлено, что наибольшая концентрация ртути наблюдалась в Кубенском озере (1,1 мг/кг), в то время как в р. Уфтюга содержание токсиканта составило 0,9 мг/кг, а в Токшинском заливе – 0,84 мг/кг (рис. 2). Обнаруженное в озере большее, чем в реке содержание ртути отражает закономерное влияние на аккумуляцию токсиканта замедленного водообмена водоема в сравнении с рекой.

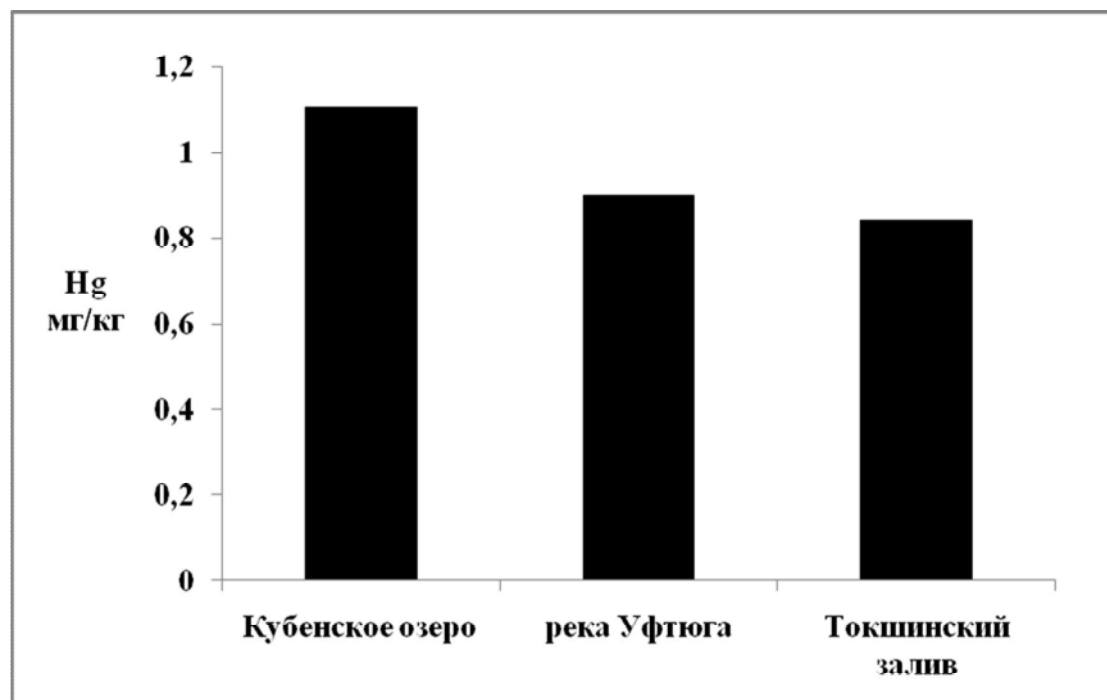


Рисунок 2. Содержание ртути в мышечной ткани окуня исследованных водных объектов

Результаты исследования содержания ртути в волосах жителей двух населенных пунктов показали, что средняя концентрация ртути в волосах жителей села Никольское составила 1,19 мкг/г и была почти в 5 раз выше среднего содержания ртути в волосах людей проживающих в городе Вологда (0,21 мкг/г) (табл. 1). Отличия в уровне накопления ртути связаны с различиями в ассортименте потребляемой рыбы. В областном центре население в основном потребляет морскую рыбу, а в селе Никольское – местную озерную и речную. Потребление рыбы в пищу из местных водоемов значительно повышает уровень накопления ртути в организме людей. Так, у 54% отобранных образцов волос жителей села Никольское содержание ртути превышало установленную норму в 0,5 мкг/г. В тоже время в городе Вологда высокая концентрация ртути была выявлена только у 12% образцов волос.

Таблица 1. Содержание ртути (мкг/г) в волосах людей города Вологды и села Никольское Вологодской области

Показатели	село Никольское	город Вологда
1.Средняя концентрация ртути в волосах людей населенных пунктов	1,187±0,247	0,209±0,033
2. Доля человек с превышением установленной нормы (0,5 мкг/г), %	53,6	11,9
2.Средняя концентрация ртути в волосах людей в возрасте до 18 лет	0,620±0,298	0,127±0,105
3. Средняя концентрация ртути в волосах людей в возрасте от 18 до 50	0,903±0,462	0,175±0,027
4. Средняя концентрация ртути в волосах людей в возрасте старше 50 лет	2,611±0,502	0,613±0,212
5. Средняя концентрация ртути в волосах курящих людей	1,680±0,605	0,096±0,020
6. Средняя концентрация ртути в волосах не курящих людей	0,907±0,186	0,215±0,035
7. Средняя концентрация ртути в волосах у людей, потребляющих морскую рыбу	–	0,202±0,058
8. Средняя концентрация ртути в волосах у людей, потребляющих речную рыбу	1,215±0,271	0,156±0,062
9. Средняя концентрация ртути в волосах у людей, потребляющих морскую и речную рыбу	0,320±0,309	0,326±0,086
10. Средняя концентрация ртути в волосах у мужчин	2,157±0,641	0,227±0,060
11. Средняя концентрация ртути в волосах у женщин	0,689±0,124	0,198±0,040

Выявлено, что количество ртути в волосах зависит от возраста жителей. Так, в возрастной группе старше 50 лет накопление токсиканта в волосах было намного больше, чем в детском (до 18 лет) и в зрелом возрастах (до 50). Показано, что наиболее высокие концентрации ртути в волосах жителей села Никольское по сравнению с г.Вологда. Анализ влияния курения на накопление ртути в волосах выявил достоверную значимость данного фактора для увеличения концентрации токсиканта. Так, содержание ртути в волосах курящих людей почти в 3 раза выше, чем у некурящих. Причем концентрация ртути у курящих людей в селе Никольское составляла 1,7 мкг/г, а в городе Вологда - 0,21 мкг/г, а у некурящих - 0,91мкг/г и 0,21 мкг/г соответственно. Большое влияние на накопление токсиканта в волосах оказывает как употребление рыбы в целом, так и употребление отдельно морской или речной рыбы. Наибольшее содержание ртути отмечалось у жителей, потребляющих рыбу. Причем, наиболее высокое значение токсиканта регистрировалось у жителей села Никольское. Кроме того, было установлено, что большие концентрации ртути выявляются в волосах людей, потреблявших речную рыбу, в частности из бассейна Кубенского озера, по сравнению с теми, кто потреблял морскую или одновременно – морскую и речную рыбу (табл. 1).

При изучении накопления ртути в волосах установлена зависимость концентрации токсиканта от пола. Так, в волосах мужчин концентрация ртути была выше (1,04 мкг/г), чем у женщин (0,44 мкг/г). Мужчины профессионально или в качестве рыбаков-любителей занимаются рыбной ловлей и чаще потребляют рыбу, что приводит к накоплению ртути в организме. Кроме того, существенное влияние на уровень накопления ртути оказывают курение. Проведенный анализ анкетирования показал, что содержание ртути в целом у курящих людей почти в 3 раза выше, чем у некурящих.

Выводы. Таким образом, в бассейне Кубенского озера создаются благоприятные условия для поступления ртути в водные объекты и ее последующего накопления в гидробионтах разного трофического уровня. Наибольшее содержание ртути отмечалось в мышцах хищных видов рыб Кубенского озера, Токшинского залива и реки Уфтюга. При этом содержание токсиканта выше в мышцах рыб Кубенского озера, чем в реке Уфтюга. Сравнительный анализ выявил, что в устьевом участке реки Уфтюги в рыбах концентрация ртути почти в 2 раза выше, чем в нижнем течении водотока.

Проведенные исследования содержания токсиканта в волосах выявили разную интенсивность накопления ртути у жителей, проживающих на прилегающих к водным объектам территориях, а также людей, живущих в г. Вологде. Показано, что в волосах жителей села Никольское концентрация токсиканта почти в 5 раз выше по сравнению с жителями г. Вологды. В основном это связано с более интенсивным потреблением рыбы жителями села Никольское из местных водоемов в сравнении с жителями областного центра. Установлено влияние на уровень накопления ртути в волосах в зависимости от возраста, пола и образа жизни людей. Выявлены более высокие концентрации ртути в волосах у людей старше 50 лет, у курящих людей, у мужчин в сравнении с женщинами, а также людей регулярно занимающихся рыбной ловлей.

Литература

- Степанова И.К., Комов В.Т. Накопление ртути в рыбе из водоемов Вологодской области // Экология. - 1997. - № 4. - С. 295-299.
- Bencko V. Use of human hair as a biomarker in the assessment of exposure to pollutants in occupational and environmental settings // Toxicology. - 1995. - Vol. 101. - Pp. 29-39.
- Болотова Н. Л., Воробьев Г. А. Кубенское озеро // Природа Вологодской области. Вологда: Издательский дом «Вологжанин». - 2007. - С. 137-140.
- Соколова А.А. Особенности рыбного населения реки Уфтюга // Материалы Международной научной конференции. В 3-х томах. Вологда: ВоГУ, 2014. Т. 2. С. 105-107.
- Соколова, А.А. Особенности накопления ртути в разных видах рыб озера Кубенского и его притоков / А.А. Соколова, Н.Ю. Тропин // XXII Всероссийская молодежная научная конференция «Актуальные проблемы биологии и экологии». Сыктывкар, 2015. С.75-79.

BIOINDICATION MERCURY CONTAMINATION BASIN KUBENSKOE LAKE

A.A. Sokolova

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Vologda, annso92@mail.ru

This work is devoted to the study of mercury pollution bioindication Kubenskoe lake basin. The physical and geographical features of the basin of the lake Kubenskoe in terms of natural factors causing migration and the subsequent accumulation of toxicants in fish tissues. Analyzed the mercury content in muscle tissue of different species of fish pool Kubenskoe lake. It is showing the difference in the level of the content of fluorine peaceful and predatory fish species. results of the survey population are given to confirm the mercury contamination Kubenskoe lake basin. Nikolskoye and Vologda. In general, it is shown that fish are very convenient and promising target for the evaluation of mercury pollution of water bodies, in particular the pool Kubenskoe lake.

СОДЕРЖАНИЕ

СОСТОЯНИЕ СООБЩЕСТВ МАКРОЗООБЕНТОСА РЕКИ НЕВЫ ПО МАТЕРИАЛАМ СЪЕМКИ 2015 Г.

Е.А. Стратаненко

ФГБНУ «ГОСНИОРХ», Санкт-Петербург, tamulyonis@yandex.ru

Река Нева – это короткий естественный канал, соединяющий Ладожское озеро с Финским заливом. Длина реки 78 км, общая площадь водосбора – 281 тыс. км². Р. Нева служит трассой нерестовых миграций лосося из Финского залива к нерестилищам, расположенным в ее верхнем течении. По реке проходит скат молоди лосося в Финский залив.

В нижнем течении (в черте города) она разделяется на рукава (р. Большая Невка и Средняя Невка. р. Малая Невка и Малая Нева) образуя дельту. Площадь дельты р. Невы составляет ~ 80 км², из которых ~ 20 км² приходится на водную поверхность, остальное – на острова (*Суслопарова О.Н.*, Отчет о НИР, «Оценка воздействия планируемой деятельности...», 2015).

Основной целью настоящей работы является оценка видового состава и обилия сообществ макрозообентоса указанных районов реки и оценка влияния на них производимых строительных работ.

Гидробиологические исследования проводились на р. Большая Невка и в средней части реки Невы (район г. Отрадное) в летне-осенний период 2015 года в связи с проводимыми строительными работами на берегу реки (Б. Невка) и в русле (р. Нева).

Отбор проб зообентоса на р. Нева осуществлялся на 5 станциях (1, 2, 3 – прибрежные, средняя глубина отбора проб составляла 3 м, тип грунта на отмеченных станциях - песчано-каменистый; 4 и 5 на стрежне реки, глубина - 6 м, грунт - камни), в июле, августе и октябре. На р. Большая Невка было осуществлено две съемки (сентябрь и ноябрь) на 3 станциях (все станции прибрежные), глубина отбора проб между станциями колебалась от 0,7 до 1,6 м, тип грунта - камни.

Пробы макрозообентоса отбирались дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,025 м² (две дночерпательные пробы на каждой станции). Отмывка от грунта с использованием сита № 23 проводилась сразу после взятия пробы. Отмытые пробы фиксировались 4%-ным формалином (Методические рекомендации..., 1983).

В лабораторных условиях организмы выбирались из грунта, просчитывались и взвешивались на торсионных весах с точностью до 0,0005 г. Взвешивание организмов выполнялось отдельно по основным таксономическим группам. Идентификация организмов проводилась до вида (за исключением нематод, гидр и водяных клещей). Определение видов проводилось с использованием микроскопа (МИКМЕД) и бинокля (МБС-10).

Зообентос р. Невы и ее рукавов характеризуется значительным видовым богатством и включает свыше 150 видов (Отчет о НИР, «Оценка воздействия планируемой деятельности...», 2015). Наиболее крупными таксономическими группами являются как постоянно

живущие в воде животные (олигохеты, моллюски, пиявки, ракообразные, нематоды, плоские черви), так и водные личинки воздушных насекомых (хирономиды, ручейники и др.).

Река Нева. В целом за три съемке в р. Неве были обнаружено 26 видов личинок хирономид (подсем. **Chironominae**: *Endochironomus tendens*, *Cladotanytarsus gr. mancus*, *Cryptochironomus gr. defectus*, *Cryptochironomus gr. vulneratus*, *Microtendipes gr. chloris*, *Micropsectra gr. praecox*, *Paratanytarsus gr. lauterborni*, *Polypedilum gr. breviantennatum*, *Polypedilum gr. convictum*, *Polypedilum gr. nubeculosum*, *Strictochironomus gr. histrio*, *Tanytarsus gregarius*; посем. **Orthoclaadiinae**: *Brillia gen sp.*, *Brillia longifurca*, *Cricotopus gr. algarum*, *Diamesa sp.*, *Eukiefferiella sp.*, *Eukiefferiella quadridentata*, *Eukiefferiella longicalcar*, *Eukiefferiella tshernovskii*, *Paratrachocladus inaequalis*, *Potthastia sp.*, *Psectrocladius simulans*, *Psectrocladius sp.*, *Thienemanniella clavicornis*; подсем. **Tanypodinae**: *Larsia sp.*), олигохет – 18 видов (сем. **Enchytraeidae**: *Enchytraeidae gen. sp.*, *Propappus volki*; сем. **Tubificidae**: *Isochaetides newaensis*, *Limnodrilus sp.*, *Tubificidae gen. sp.*, сем. **Naididae**: *Nais barbata*, *Nais bretscheri*, *Nais behningi*, *Nais pardalis*, *Ophidonais serpentine*, *Piguetiella blanci*, *Ripistes parasite*, *Specaria josinae*, *Stylaria lacustris*, *Vejdovskyella comata*; сем. **Lumbriculidae**: *Lumbriculus variegates*, *Rhynchelmis limosella*, *Stylodrilus heringianus*),. Все другие группы донных беспозвоночных были представлены 1-3 видами: личинки ручейников – 4 видов (*Athripsodes annulicornis*, *Ecnomus tenellus*, *Cheumatopsyche lepida*, , *Hydropsyche ornatula*), личинки подёнок – 1 вид (*Ephemerella ignita*), личинки веснянок – 1 вид (*Leuctra fusca*), двустворчатые и брюхоногие моллюски – 4 (*Acroloxus lacustris*, *Valvatidae sp.*, *Bivalvia gen. sp.*, *Pisidiidae gen. sp.*), пиявки – 2 вида (*Glossiphonia heteroclite*, *Piscicola fasciata*), ракообразные – 2 (*Asellus aquaticus*, *Gammaridae gen. sp.*), клопов – 1 вид (*Aphelocheirus aestivalis*) и круглые черви – 1 вид (*Dendrocoelum lacteum*). Гидры, личинки двукрылых насекомых и водные клещи до рода определены не были (*Sp. sp.*).

Стоит отметить, что за период исследования отмечался спад видового богатства от июля к октябрю. Так, если в июле в целом по пяти станциям было обнаружен 41 вид, в августе количество видов составляло 33, а в октябре снизилось до 13.

В целом за период исследования, включающий три съемки (июль, август, октябрь) показатели обилия донных беспозвоночных на рассматриваемом участке акватории р. Невы варьировали по общей численности в пределах 413 - 3067 экз./м², по общей биомассе - 0,132 - 3,562 г/м² (таблица 1).

Олигохеты были преобладающей группой по численности, по биомассе превалировали моллюски. Наибольшее таксономическое разнообразие и более высокие значения биомассы и численности отмечались на прибрежных станциях (1,2,3), что обусловлено многими факторами, стимулирующими развитие донных сообществ прибрежной части, таких как: бо́льший прогрев воды прибрежных мелководий, разнообразие различных биотопов, наличие укрытий. На хорошо промытом грунте в средней части русла реки (станции 4 и 5), напротив, удерживаются только немногие реофильные организмы.

Таблица 1. Усредненные показатели численности (N, экз./м²) и биомассы (B, г/м²) зообентоса в р. Неве в районе производства работ в 2015 г.

№ ст. ст	Группы организмов												Всего	
	Oligocheta		Chironomidae		Mollusca		Heteroptera		Trichoptera		Прочие			
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
1	1600	0,945	520	0,039	760	1,464	47	0,801	100	0,233	40	0,079	3067	3,562
2	273	0,026	267	0,061	33	0,002	13	0,027	0	0	20	0,017	607	0,132
3	313	0,013	260	0,067	40	0,012	13	0,401	60	0,087	27	0,011	713	0,591
4	60	0,006	167	0,018	100	0,392	7	0,053	47	0,024	33	0,043	413	0,536
5	67	0,002	267	0,052	0	0	0	0,000	113	0,943	40	0,005	487	1,002

Большая Невка. В целом за две съемки на обследованных участках акватории р. Большая Невка наибольшее разнообразие было отмечено среди личинок хирономид – 13 видов (подсем. **Tanypodinae:** *Larsia sp.*; посем. **Orthoclaadiinae:** *Diamesa carpatica*, *Eukiefferiella quadridentata*, *Cricotopus gr silvestris*, *Cricotopus gr algarum*, *Cricotopus bicinctus*, *Synorthocladus semivirens*, *Thienemanniella gen. sp.*, *Orthocladus gr. saxicola*; подсем. **Chironominae:** *Glyptotendipes gen. sp.*; *Cryptochironomus gen. sp* *Polypedilum gen. sp.*, *Tanytarsus gr. gregarius*) и олигохет – 13 видов (сем. **Enchytraeidae:** *Enchytraeidae gen. sp.*; сем. **Naididae:** *Nais bretscheri*, *Nais pardalis*, *Nais barbata*, *Ophidonais serpentina*, *Piguetiella blanci*, *Ripistes parasita*, *Stylaria fossularis*, *Stylaria lacustris*; сем. **Tubificidae:** *Isochaetides gen. sp.*, *Spirosperma ferox*, *Tubificidae gen. sp.*, *Limnodrilus michaelsoni*). Среди личинок ручейников наиболее обычными были представители следующих видов: *Lupe phaeopa*, *Agapetus sp.*, *Stactobia sp*, *Polycentropus flavomaculatus*, *Hydroptila tineoides*.

В среднем общая численность бентоса в осенний период исследования на обследованных участках р. Большой Невки варьировала в пределах 1080 – 2230 экз./м², а общая биомасса – 0,215 – 0,705 г/м² (таблица 2).

Таблица 2. Усредненные показатели численности (N, экз./м²) и биомассы (B, г/м²) зообентоса на участке реки Большая Невка в районе работ в 2015 г.

№ ст. ст	Группы организмов												Всего	
	Oligochaeta		Chironomidae		Trichoptera		Crustacea		Mollusca		Прочие			
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
1	590	0,040	440	0,035	90	0,085	0	0,000	0	0	160	0,055	1280	0,215
2	340	0,010	300	0,015	150	0,045	110	0,135	100	0,470	80	0,030	1080	0,705
3	1180	0,060	660	0,030	250	0,240	40	0,050	60	0,020	40	0,000	2230	0,400

Преобладающими в общей численности также были олигохеты и хирономиды, а основная доля в общей биомассе приходилась на моллюсков (таблица 2).

Для сравнения качественного состава донных сообществ исследованных участков реки был рассчитан коэффициент сходства по методу Жаккара (1), где «а» и «b»- количество видов на сравниваемых станциях, «с» - количество общих видов.

$$K_J = \frac{c}{a + b - c} \quad (1)$$

На основе полученных результатов была построена дендрограмма сходства станций рассматриваемых рек (рис. 1). Анализ построенной диаграммы позволяет заключить, что по видовому составу эти два участка заметно различаются.

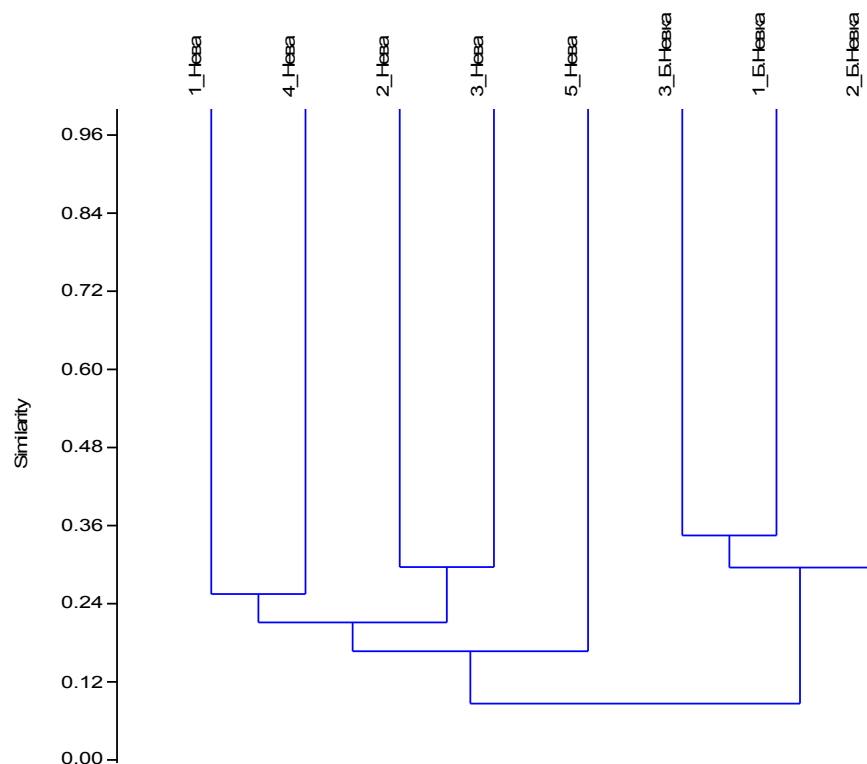


Рисунок 1. Дендрограмма видового сходства станций р. Невы и р. Б. Невки

Дополнительно были рассчитаны коэффициенты видового сходства по Сёренсену, результаты расчетов приведены в таблице 3.

Таблица 3. Видовое сходство исследуемых участков р. Невы и р. Б. Невка (Индекс фаунистического сходства Сёренсена)

	1 Б.Невка	2 Б.Невка	3 Б.Невка	1 Нева	2 Нева	3 Нева	4 Нева	5 Нева
1 Б.Невка	1,00	0,44	0,51	0,18	0,23	0,26	0,24	0,08
2 Б.Невка	0,44	1,00	0,47	0,28	0,09	0,10	0,19	0,00
3 Б. Невка	0,51	0,47	1,00	0,27	0,22	0,19	0,27	0,06
1 Нева	0,18	0,28	0,27	1,00	0,38	0,37	0,42	0,26
2 Нева	0,23	0,09	0,22	0,38	1,00	0,42	0,29	0,19
3 Нева	0,26	0,10	0,19	0,37	0,42	1,00	0,38	0,29
4 Нева	0,24	0,19	0,27	0,42	0,29	0,38	1,00	0,39
5 Нева	0,08	0,00	0,06	0,26	0,19	0,29	0,39	1,00

В целом видовое богатство макрозообентоса исследуемых водных объектов можно охарактеризовать как довольно высокое. Суммарное количество видов за съемки для исследуемых водных объектов составило: 85 видов для р. Невы и 61 - р.Б. Невка (Таблица 4).

Таблица 4. Результаты расчета индексов Шеннона и Вудивиса

	Ст.1 Б.Невка	Ст.2 Б.Невка	Ст.3 Б.Невка	Ст.1 Нева	Ст.2 Нева	Ст.3 Нева	Ст.4 Нева	Ст.5 Нева
Индекс Шеннона	3,27	3,50	3,60	3,52	3,78	3,49	3,94	2,66
Число видов	14	22	25	19	18	17	20	11
Биотический индекс Вудивиса	7	8	8	8	7	8	8	8

Анализ полученных результатов приведенных в таблице 3 наглядно демонстрирует, что по числу видов участки не различаются (в Неве -17 вида, в Б.Невке -20 (приведены усредненные значения по станциям)). Нет различий и по индексу видового разнообразия Шеннона (в Неве -3.39 бит экз⁻¹, в Б.Невке -3.46 бит экз⁻¹). Высокие значения индекса Шеннона и индекса Вудивиса (максимально возможное – 10) свидетельствуют об отсутствии негативного влияния производимых строительных работ на сообщества макрозообентоса р.Невы (Яковлев В.А., Оценка качества поверхностных вод...., 1988).

Литература

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. Л. 1983.

Отчет о НИР, "Оценка воздействия планируемой деятельности на водные биологические ресурсы и среду их обитания, определение последствий этого воздействия, разработка мероприятий по предотвращению и (или) снижению негативного воздействия, а также мероприятий по компенсации причиненного вреда от названного воздействия для раздела «Мероприятия по охране окружающей среды» проектной документации по титулу «Доверенная сеть связи Министерства обороны Российской Федерации на базе собственных волоконно-оптических линий связи, 1 очередь»"

Яковлев В.А. Оценка качества поверхностных вод Кольского Севера по гидробиологическим показателям и данным биотестирования (научно-практические рекомендации) Апатиты: Изд-во Кольск. научн. центра РАН. 1988. 27 с.

THE STATE OF THE MACROZOOBENTHOS COMMUNITIES IN THE NEVA RIVER IS BASED ON THE MATERIALS OF THE RESEARCH IN 2015.

Stratanenko E. A.

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Saint-Petersburg, kittyStratanenko@mail.ru

The article is concerned with researching macrozoobentos of the Neva river. The main aims of this research are to estimate influence of construction works on bottom fauna of the water object and describe the biodiversity of macrozoobenthos. The samples of ground were collected during summer and autumn periods in the two parts of Neva. Description of biodiversity of these parts is also presented in the article.

СОДЕРЖАНИЕ

СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ПРЕСНОВОДНЫХ РАКОВ (*ASTACUS ASTACUS* L И *PONTASTACUS LEPTODACTYLUS* ESCH.) И УСЛОВИЯ ИХ ОБИТАНИЯ В НЕКОТОРЫХ МАЛЫХ ВОДОЁМАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Ю. Тамулёнис

ФГБНУ «ГОСНИОРХ», Санкт-Петербург, tamulyonis@yandex.ru

В озёрах Ленинградской области встречается два вида раков - *Astacus astacus* и *Pontastacus leptodactylus*. Ареалы широкопалого и длиннопалого раков в пределах РФ перекрываются, и в местах совместного обитания второй постепенно вытесняет первого (Цукерзис, 1970). В водоёмах Ленинградской и Псковской областей, по сведениям предыдущих исследователей, преобладает широкопалый рак.

Необходимость выполнения данного исследования вызвана значительным снижением запасов и сокращением ареала широкопалого рака вследствие причин естественного и антропогенного характера, главным образом, возрастания интенсивности хозяйственной деятельности на территории Ленинградской области в последние годы (Tamulyonis, 2012).

Цель исследования – оценка современного состояния популяций пресноводных раков в водоёмах Ленинградской области. Для достижения поставленной цели решались следующие конкретные задачи: установить основные параметры условий среды в некоторых озёрах, пригодных для обитания пресноводных раков; оценить состояние популяции широкопалого и длиннопалого раков, определить их запасы и рассчитать ориентировочно возможный вылов раков в исследованных озерах.

Материалы и методы. Исследования выполнялись в 2009–2014 гг. За весь период были обследованы 31 озеро и 6 рек. Для оценки условий обитания раков были взяты следующие показатели водных объектов: абиотические - характер берегов, форма котловины, площадь, глубина, прозрачность, проточность, характер грунтов, pH, содержание кислорода, температура воды, а также биотические - состав и обилие зоопланктона, макрозообентоса, водной растительности.

Пробы зоопланктона и зообентоса отбирались и обрабатывались по общепринятым методикам. Отлов раков производился пассивным способом. На каждом озере выставлялось от 15 до 41 раколовок в среднем на 10 ч экспозиции в ночное время. Для постановки раколовок выбирались характерные, с глубиной 0,4–2,0 м, для обитания раков места: коряжник, камни, граница тростниковых зарослей и т.д.

Запасы раков оценивались по уловистости орудий лова и полезной площади, заселяемой раками. Подробно расчеты по данному методу, принятому в рыбохозяйственных исследованиях, изложены в ряде методических работ. Для расчета численности улавливаемой части популяции раков используется следующая формула:

$$N_{\text{улавл.}} = Y \times S_{\text{пол.}} / S_i \times K_{\text{улов.}},$$

где $N_{\text{улавл.}}$ – численность улавливаемой части популяции раков, шт.;

Y – средний улов на одно промысловое усилие, экз./ракопостановку;

$S_{\text{пол.}}$ – полезная площадь для обитания раков;

S_i – площадь облова орудия лова. Она обычно рассчитывается как площадь круга с радиусом, равным $\frac{1}{2}$ расстояния между раколовками;

$K_{\text{улов.}}$ – коэффициент уловистости. Он показывает, какая часть популяции раков, обитающих в водоеме, может улавливаться орудием лова – активным или пассивным.

Коэффициент уловистости стандартных раколовков для промысловых водоемов Северо-Западного региона колеблется от 0,1 до 0,7 (в зависимости от ракопродуктивности), что соответствует плотности раков примерно 2,5-3,0 шт./м². В среднем для Северо-Запада он принят равным 0,504 для озер и 0,197 для рек. Для выражения промыслового запаса в весовых единицах достаточно величину N_p умножить на среднюю штучную навеску.

Для определения запасов учитывались закономерности, которым подчиняются изменения репродуктивного потенциала популяций, их возрастного и полового состава, численности отдельных поколений, периодичности линек, скорости роста и естественной смертности, а также динамика факторов окружающей среды. (Раколовство и раководство..., 2006.)

Результаты проведённых в 2009–2014 гг. обловов раков представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты обловов раков в озерах и реках в 2009–2014 гг.

Название озера и реки	Число раколовков	Площадь облова, м ²	Число пойманных раков	Общий вес раков, г
2009 год				
Красногвардейское	20	4000	–	–
Правдинское	18	3600	–	–
Комсомольское	20	4000	–	–
Петровское	30	6000	42	990
Красное	21	4000	–	–
Гусиное	41	8200	5	180
Оленьё	27	5400	76	2320

2010 год				
Бородинское	15	3000	–	–
Александровское	15	3000	2	30
Комсомольское	20	4000	–	–
Широтное	20	4000	–	–
Семиостровское	20	4000	54	750
Гусиное	20	4000	1	50
Оленье	20	4000	15	370
2011 год				
Каменогорское	20	4000	1	43
Петушиное	20	4000	6	513
Александровское	20	4000	17	462
Михалевское	20	4000	–	–
Ворошиловское	20	4000	4	164
Бурное	20	4000	57	1454
Капшозеро	20	4000	–	–
Пашозеро	20	4000	–	–
Б. Шугозеро	20	4000	2	42
Берестовое	20	4000	–	–
Оленье	20	4000	167	4216
2012 год				
Любимовское	20	4000	5	130
Гусиное	20	4000	4	230
Оленье	20	4000	77	2400
Семиостровье	20	4000	55	800
Пидьмозеро	20	4000	123	1900
Бурное	20	4000	18	600
Верхнее Анисимовское	20	4000	9	340
Река Паша	20	4000	–	–
Река Капша	20	4000	–	–

2013 год				
Правдинское	20	4000	–	–
Петровское	20	4000	40	915
Красное	20	4000	–	–
Большое Градуевское	20	4000	–	–
Оленье	20	4000	46	1491
Любимовское	20	4000	5	120
Кунье	20	4000	–	–
Бурное	20	4000	–	–
Дозорное	20	4000	–	–
Краснохолмское	20	4000	–	–
Длинное	20	4000	–	–
2014 год				
Бурное	20	4000	–	–
Петровское	20	4000	–	–
Долгое	20	4000	–	–
Река Долгая	20	4000	–	–
Спас-Каторское	20	4000	–	–
Река Луга	20	4000	–	–
Река Саба	20	4000	–	–
Река Сабица	20	4000	–	–
Оленье	20	4000	20	420
Дробное	20	2000	7	170
Семиостровское	20	4000	51	650
Каменогорское	20	4000	2	75

В 2009 г. из 7 обследованных озёр раки были обнаружены лишь в трёх. В 2010 г. было обследовано 7 озёр, раки были обнаружены только в четырёх. В 2011 г. раки были найдены в 7 озёрах. В 2012 г. во всех 7 обловленных озёрах были обнаружены раки. В 2013 г. было обследовано 11 озёр, раки были только в трёх. В 2014 г. было обследовано 8 озёр и 4 реки, только в 4 озёрах были обнаружены раки (см. табл. 1).

В оз. Гусином обитает только длиннопалый рак, который был вселён в него после полной гибели широкопалого. Также длиннопалый рак обитает в Пидьмозере и Шугозере. В оз. Оленьем и Петровском сосуществуют в настоящее время два вида раков. В остальных озёрах обитает только широкопалый рак (см. табл. 1).

Из 37 водных объектов 6 рек и 20 озёр было обследовано по 1 разу, 6 озёр по 2 раза, 3 – 3 раза, 1 – 4 раза, 1 – 6 раз. Промысловые запасы отмечены лишь в трёх озёрах.

Все исследованные озёра, в которых встречались раки, со средними глубинами от 2 до 8 м, проточные с хорошо развитой береговой линией. Грунты в литоральной зоне озёр песчаные, глинистые, с наличием грубого детрита. Данный тип грунта наилучшим образом подходит при строительстве нор. Жидкие илистые грунты в водоёме раки, как правило, избегают. На илистых грунтах могут встречаться только длиннопалые раки, использующие их в качестве временного местообитания.

Насыщенность воды кислородом в исследованных озёрах достаточно высока в летний период и не может лимитировать существование раков. Активная реакция среды изменялась от 6,7 до 7,6, что находится в допустимых пределах для развития популяции рака в озёрах Карельского перешейка. Однако раки были встречены только в озёрах, в которых рН около 7 и выше.

По развитию кормовой базы для рыб и раков (зоопланктон и бентос) все исследованные озера и реки относятся к средnekормным водоёмам. Однако промысловые запасы отмечены только в озёрах, имеющих статус высококормных.

В условиях возрастающего технического прогресса, сопровождающегося ухудшением экологической обстановки, и вовлечением новых водоемов в сферу хозяйственной деятельности, нельзя ожидать восстановления запасов раков за счет естественного воспроизводства.

Для решения данной проблемы предлагается два пути:

1. Создание охраняемых акваторий для сохранения водных экосистем и естественных мест обитания широкопалых раков.

При этом решаются следующие задачи: а) сохранение вида широкопалого рака – индикатора состояния экосистем, б) генофонда весьма ценного представителя гидробиоценозов водоемов, в) необходимого фонда для воспроизводства промысловых запасов и аквакультуры раков, особенно при ситуациях экологических и социальных катастроф, а также использование в качестве эталона водоемов при проведении экологического мониторинга и сохранение полигона для отработки и внедрения научных методов ведения раководства и раководства.

Создаваемые охраняемые объекты могут функционировать в режиме заказников или памятников природы, которые допускают традиционное экстенсивное природопользование, не разрушающее окружающую среду и не истощающее биологические ресурсы.

2. Создание рачьих хозяйств различной направленности, в том числе занимающихся культивированием молоди, предназначенной для вселения в водоемы в компенсаторных по объему вылова количествах, а также выращивания товарных раков.

Основные выводы

1. По условиям обитания все озера можно отнести к ракопродуктивным, пригодным для нормального роста раков на всех стадиях их развития.
2. Плотность раков в указанных водоёмах составляла 1–3 экз./м² Промысловые запасы отмечены лишь в трёх озёрах: Оленье, Семиостровское и Александровское.
3. Ориентировочные расчёты показали, что общие запасы раков в обследованных водоемах составляют 534000 экз., или 21360 кг.
4. Лимитирующими факторами, определяющими потенциальные запасы раков в водоемах, по-видимому, являются обеспеченность кормом и площадь литоральной зоны.

Литература

Раколовство и раководство на водоемах европейской части России. Справочник / под ред. Мицкевич О.И. - СПб.: изд. ГосНИОРХ, 2006. – 208 с.

Цукерзис Я.М. Биология широкопалого рака (*Astacus astacus* L.). – Вильнюс: "Минтис", 1970. - 208 с.

Tamulyonis A.Y. Distribution of crayfish populations (*Astacus astacus* L. and *Pontastacus (A.) leptodactylus* Esch.) in the lakes of Leningrad region (according to the research of 2009–2011) // International Association of Astacology (IAA) 19th Symposium, Innsbruck, Austria - August 26– 31, 2012. – P. 101.

ASSESSMENT OF THE CONDITION OF STOCKS FRESHWATER CRAYFISH (*ASTACUS ASTACUS* L. AND *PONTASTACUS LEPTODACTYLUS* ESCH.) AND CONDITIONS OF THEIR HABITAT IN SOME SMALL RESERVOIRS OF THE LENINGRAD REGION

A.Y. Tamulyonis

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Saint-Petersburg, tamulyonis@yandex.ru

The report delivers results of research carried out on 31 lakes and 6 rivers of Leningrad Region in 2009-2014; only 3 out of them have significant crayfish population. Density of crayfish population in the rest of the lakes is extremely low. The concluding part of the report contains recommendations for reproduction of natural populations of *Astacus astacus* and its stock replacement.

СОДЕРЖАНИЕ

МОРФОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИХТИОФАУНЫ ОЗЕРА КАРАСЕВОГО ТИПА

К.Р. Таскаева

ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, г. Тюмень, kirussa@mail.ru

В Тюменской области в водоем Большой Тараскуль с карасевым ихтиоценозом около 15 лет назад вселился головешка-ротан. В настоящий момент темп роста головешки-ротана и серебряного карася средний, у золотого карася – низкий. Соотношение самцов и самок у ротана было близко 1:1, у золотого карася немного преобладали самцы, у серебряного карася доминировали самки. Морфопродукционные показатели роста карасей и ротана средние. Интенсивность питания в период открытой воды выше, чем после установления ледового покрова. Визуальный анализ жирности рыб говорит о достаточной обеспеченности пищей.

В основном озера Тюменской области мелководные, заморные, сильно заросшие карасевые водоемы. В них обитают серебряный и золотой караси, гольян, а также недавно вселившийся ротан-головешка (Янкова и др., 2006). К таким водоемам относится и оз. Большой Тараскуль, расположенное в 14 км к югу от г. Тюмени и в 2-2,5 км к западу от Тюменско-Исетского тракта. Озеро представляет собой непроточный водоем с илистым дном, его глубина достигает до 2,2, средняя глубина - 1,9 м. Озеро имеет неправильную форму, более расширено в южной части, в северной оно образует залив. Общая площадь акватории составляет 1,49 км². По химическому составу вода оз. Б. Тараскуль не соответствует составу близлежащих водоемов (гидрокарбонатно-кальциевым), а является хлоридно-натриевым, III типа. С 1949 по 2015 г. минерализация воды увеличилась более чем в 4 раза. Минерализация озерной воды в марте 2015 г. была около 1 г/дм³ (Таскаева и др., 2015). По нашим наблюдениям, с конца июня в озере сильно развиваются макрофиты. Во второй декаде июля отмечается цветение воды, которое заканчивается к середине августа.

В оз. Большой Тараскуль во время высокой воды и паводков на р. Пышме из оз. Малый Тараскуль по болоту проникает вода и вместе с ней рыба. Ранее в озере обитали крупный карась, гольян, щука и окунь, при этом уже в конце 40-х гг. щука и окунь встречались редко (Ковалев, Кулакова, 1955).

Целью исследований явилось изучение морфобиологических показателей вселенца и аборигенной фауны в экосистеме оз. Большой Тараскуль.

Материал и методы исследований. Материалом служили выборки карася серебряного, карася золотого и ротана из оз. Большой Тараскуль Тюменской области, проведенные с августа по ноябрь (подледный период) 2015 г. Орудием лова в августе–сентябре послужили жаберные сети с ячейей 22 и 36, длиной 50 и высотой 1,5 м. Сети ставились вдоль водной растительности на глубине 1,2-1,5 м. В конце октября, перед ледоставом, в зарослях водной растительности на глубине 0,7-1,0 м были поставлены ловушки (вентерь озерный) с размером крыла 3 м, высотой 0,5 м и ячейей сетного полотна 22. Когда установился лед, ловушки выдолбили с помощью пещни. Из 11 установленных ловушек полной была одна, в остальных пусто либо по 1-2 экз. рыбы.

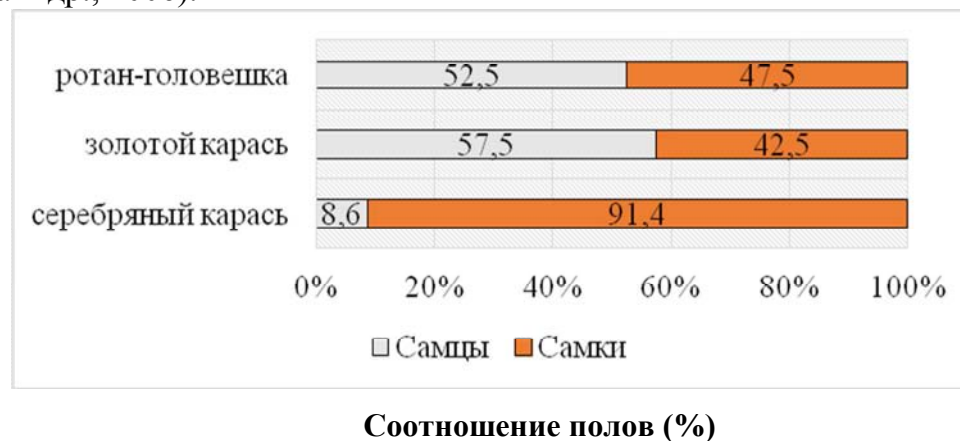
Всего за период выловлено и исследовано 81 экз. серебряного карася, 33 экз. – золотого карася и 39 экз. головешки-ротана. Для расчетов морфопродукционных показателей измеряли промысловую длину (ad), длину головы (ao), наибольшую высоту тела (gh), максимальную ширину тела (tt). Обработку материала проводили согласно общепринятым в ихтиологии методикам (Правдин, 1966). Возраст карасей определялся по чешуе, ротана – по отолитам. Наполнение желудочно-кишечного тракта и жирность оценивали по визуальной четырехбалльной шкале.

Результаты исследований. По нашим данным, а также по опросам рыбаков-любителей, в 2015 г. в состав ихтиофауны озера входят карась золотой - *Carassius carassius* Linnaeus, 1758 и серебряный - *Carassius auratus gibelio* Bloch, 1782, встречался головешка-ротан - *Perccottus glenii* Dybowski, 1877. На первом месте по вылову стоит серебряный карась, на втором – ротан, и лишь изредка ловится золотой карась.

Вселение ротана произошло в начале 2000-х гг., с 2006 г. он постоянно встречается в уловах, при этом численность его увеличивается. За последние полвека головешка-ротан чрезвычайно распространился в водоемах европейской части России и за рубежом. Основные этапы его вселения в водоемы подробно описаны рядом автором (Вечканов, Ручин, 2007; Решетников, 2009; Кириленко, Шемонаев, 2011). Также отмечено, что во многих водоемах исследуемого региона в уловах наблюдается преобладание по численности серебряного карася над золотым (Янкова и др., 2006).

Половая структура. Соотношение самцов и самок в выборке ротана из оз. Б. Тараскуль было близко 1:1 с небольшим преобладанием самцов (см. рисунок), как и в уловах ротана водоемов Пермской (Бакланов, 2001) и Томской (Петлина, Рябова, 2004) областей. В исследованных водоемах Свердловской области в популяции ротана наблюдалось доминирование самцов над самками – 63 и 37% соответственно. В Курганской области численность самок была больше, чем самцов (Лугаськов, 2009).

В выборке золотого карася отмечено небольшое преобладание самцов - 1,4:1, у серебряного карася доминируют самки - 1:10,5 (см. рисунок). Ранее во многих рядом расположенных озерах Тюменской области было зафиксировано увеличение до 12-14% доли самцов серебряного карася (Янкова и др., 2006).



Размерно-возрастной состав. У ротана основная часть улова была представлена тремя возрастными группами: 4+, 5+, 6+. Максимальная длина тела вселенца составила 19,4 см при массе тела 200 г. Минимальный показатель длины тела - 11,7 см - был у трехлетнего ротана с массой 45 г (табл. 1).

Таблица 1. **Морфопродукционные показатели ротана-головешки**

Возраст	ad, см			m, г			ao, в % от ad			gh, в % от ad			tt, в % от ad			n, экз.		
	X	m _x	CV	X	m _x	CV	X	m _x	CV	X	m _x	CV	X	m _x	CV	♀	♂	все
2+	11,70	-	-	45,00	-	-	38,72	-	-	32,39	-	-	38,16	-	-		1	1
3+	12,42	0,42	5,86	49,00	6,24	22,07	36,57	0,55	2,63	31,30	0,34	1,88	32,13	2,41	13,01	1	2	3
4+	15,54	0,34	7,96	99,00	6,33	23,04	37,94	0,42	3,96	31,19	0,53	6,10	34,29	1,03	10,80	5	8	13
5+	15,76	0,21	3,86	95,13	4,09	12,16	38,55	0,39	2,89	31,57	0,74	6,59	34,87	1,17	9,46	3	5	8
6+	15,55	0,55	10,00	100,88	9,79	27,45	38,30	0,54	3,96	33,33	0,53	4,50	36,28	1,67	12,99	6	2	8
7+	17,54	1,84	14,84	144,50	55,5	54,32	40,00	0,51	1,79	30,58	1,67	7,71	38,70	2,02	7,40	1	1	2
Общее	15,33	0,28	10,99	95,31	5,28	32,77	38,18	0,24	3,78	31,78	0,32	6,00	35,06	0,66	11,17	16	19	35

Основу выборки серебряного карася составили шести- и семилетки. В уловах встречались рыбы в возрасте от 2+ до 7+, промысловая длина тела серебряного карася озера доходила до 25,2 см, масса - до 554 г, максимальный возраст - 7+. Младшая возрастная группа была представлена трехлетками: наименьшая длина тела составила 12,3 см, масса – 56 г (табл. 2).

В уловах золотого карася преобладали рыбы в возрасте 5+ и 6+. Максимальная длина его тела в рассматриваемом озере равнялась 16,5 см, масса – 138 г, однако наименьшая длина тела зафиксирована у особи в возрасте 5+ - 11,9 см и массой 49 г (табл. 3).

Таблица 2. **Морфопродукционные показатели серебряного карася**

Возраст	ad, см			m, г			ao, в % от ad			gh, в % от ad			tt, в % от ad			n, экз
	X	m _x	CV	X	m _x	CV	X	m _x	CV	X	m _x	CV	X	m _x	CV	
2+	13,04	0,10	1,58	68,25	4,73	13,87	27,18	0,95	6,96	40,19	0,95	4,71	18,97	0,55	5,84	4
3+	13,16	0,46	8,55	75,67	10,71	34,68	27,47	0,20	1,81	40,98	1,20	7,16	19,40	1,19	15,04	6
4+	15,26	0,53	11,46	129,09	14,20	36,49	27,84	0,47	5,60	41,96	0,85	6,73	20,98	0,56	8,85	11
5+	17,38	0,26	5,81	180,87	10,32	22,09	27,66	0,33	4,69	41,29	0,66	6,23	21,26	0,56	10,16	15
6+	18,35	0,13	4,17	222,29	4,67	12,43	27,69	0,10	2,05	41,53	0,26	3,68	21,17	0,24	6,77	35
7+	19,36	0,68	11,13	265,10	32,51	38,78	27,27	0,15	1,74	41,13	0,57	4,40	21,08	0,47	7,12	10
Общее	17,23	0,25	13,22	188,78	8,26	39,37	27,61	0,11	3,52	41,39	0,23	5,03	20,91	0,20	8,78	81

Таблица 3. Морфопродукционные показатели золотого карася

Возраст	ad, см			m, г			ao, в % от ad			gh, в % от ad			tt, в % от ad			n, экз
	X	m _x	CV	X	m _x	CV	X	m _x	CV	X	m _x	CV	X	m _x	CV	
4+	12,36	0,13	2,70	56,43	2,46	11,52	26,76	0,98	9,65	36,89	0,59	4,23	17,86	0,57	8,49	7
5+	13,31	0,24	6,51	74,62	4,29	20,71	27,02	0,32	4,21	38,77	0,55	5,10	19,15	0,48	9,04	13
6+	14,41	0,24	5,16	93,40	3,86	13,09	27,20	0,16	1,83	38,37	0,37	3,07	19,22	0,52	8,48	10
7+	15,33	0,72	8,15	117,00	17,62	26,08	26,61	0,17	1,13	38,62	1,25	5,62	19,60	1,15	10,18	3
Общее	13,62	0,21	8,71	80,30	3,95	28,27	26,98	0,24	5,04	38,24	0,31	4,63	18,94	0,30	8,98	33

Для нормирования темпа роста в озерах Тюменской области были рассчитаны критерии линейных и весовых характеристик у серебряного карася (Янкова, 2014), и золотого (Янкова, 2014). Пятилетки серебряного карася из оз. Б. Тараскуль при средней длине 15,3 см и массе 136,8 г попадают в группу со средним темпом роста. Золотой карась в возрасте 4+ при длине 12,4 см и массе 56,4 г характеризуется низким темпом роста.

Известно, что при неблагоприятных условиях караси имеют мелкую, низкотелую форму (Дрягин, 1950). У анализируемого золотого карася данного озера самые низкие показатели. Средние показатели длины головы и высоты тела шести-, семи- и восьмилеток находятся почти на одном уровне, что, по-видимому, обусловлено большой численностью этих возрастных групп в популяции и высокой пищевой конкуренцией (см. табл. 1).

По данным А.В. Лугаськова (2009), в водоемах Урала наиболее крупный ротан в возрасте 5+ имел длину 18,7 см и массу 156 г. Следовательно, для ротана характерен средний темп роста. Непоследовательное увеличение размеров ротана с возрастом связано с разным соотношением самок и самцов. Самцы крупнее самок.

В целом средние показатели исследованного ротана выше по сравнению с таковым из естественного ареала (Атлас пресноводных рыб, 2002).

Морфометрия. Головешка-ротан характеризовался следующими параметрами: длина головы - в пределах 36,6-40,0%, максимальная высота тела - 30,6-33,3%, максимальная ширина тела - от 32,1 до 38,7%. По сравнению с ротаном из водоемов Урала (Лугаськов, 2009) и оз. Круглого Мордовинской поймы Саратовского водохранилища (Кириленко, Шемонаев, 2011), у исследуемых рыб голова длиннее, тело выше и шире.

У серебряного карася длина головы была в пределах 27,2-27,8%, максимальная высота тела - 40,2-44,2%, максимальная ширина тела колебалась от 19,0 до 21,3%. С учетом литературных данных по морфопродукционным показателям рыб в возрасте 5+ из четырех озер юга Тюменской области (Янкова и др., 1999), у серебряного карася из оз. Б. Тараскуль в сравнении с другими были средние длина головы и высота тела, но ближе к низким параметрам.

Золотой карась имел следующие показатели: относительная длина головы по возрастным группам изменялась в пределах 26,6-27,2%, средняя максимальная высота тела - в пределах 36,9-38,8%, максимальная ширина тела варьировала от 17,9 до 19,6%. В сравнении с золотым карасем близлежащих озер его показатели также средние.

Наполнение желудочно-кишечного тракта и жирность. Для полной картины мы разделили выборки по месяцам отлова. Данные приведены в процентах от общего количества выборки в анализируемый период (табл. 4).

Таблица 4. Наполнение желудочно-кишечного тракта рыб, %

Наполнение ЖКТ	Серебряный карась		Золотой карась		Головешка-ротан
	Август-сентябрь	Ноябрь	Август-сентябрь	Ноябрь	Ноябрь
0	17,3	30,4	12,5	20,0	25,0
1	41,4	60,8	25,0	80	37,5
2	31,0	4,4	50,0	-	37,5
3	10,3	4,4	12,5	-	-

Показатели наполнения желудочно-кишечного тракта в августе–сентябре были выше, чем в ноябре. По нашим данным, у 13 особей серебряного карася была жирность 2 балла, у 3 экз. - 1 балл, и все остальные имели жирность 3 балла (64 экз.) независимо от времени вылова. У 10 рыб золотого карася жирность составляла 3 балла, у 19 – 2 балла и всего 3 рыбы с жирностью в 1 балл. Ротан по визуальным наблюдениям был наименее жирным: 24 особи с жирностью 2 балла, 16 - с жирностью 1 балл. Накопление жира у всех видов составило 2-3 балла, что обусловлено хорошей кормовой базой озера.

Выводы. Соотношение полов в исследованных выборках различалось: у ротана было близко 1:1, у золотого карася отмечено небольшое преобладание самцов, у серебряного - самок. В оз. Б. Тараскуль лучше всего растет серебряный карась. Для ротана характерен средний темп роста, для золотого карася - низкий. Морфопродукционные показатели роста карасей и ротана средние по сравнению с другими популяциями озер юга Тюменской области. Интенсивность питания в период открытой воды выше, чем после установления ледового покрова. Жирность рыб всех трех видов достаточно высока, что говорит о достаточной обеспеченности пищей.

Литература

Атлас пресноводных рыб России. - М.: Наука. - 2002. – Т. 2 - С. 79-81.

Бакланов М.А. Головешка-ротан *Perccottus glenii* Dyb в водоемах г. Перми // Вестник Удмурт. ун-та. Сер. Биология. – 2001. - № 5. – С. 29-41.

Вечканов В.С., Ручин А.Б. О трофических связях щуки *Esox lucius*, окуня *Perca fluviatilis*, ротана *Perccottus glenii* при их совместном обитании в пойменном замкнутом озере // Материалы Междунар. науч. конф. «Ихтиол. исследования на внутр. водоемах». -Саранск: Изд-во Морд. ун-та, 2007. - С. 23-25.

Дрягин П.А. Способы повышения рыбопродуктивности карасевых озер // Рыбное хоз-во. – 1950. – Вып. 5. – С. 43-47.

Кириленко Е.В., Шемонаев Е.В. Данные о морфологии и биологии ротана-головешки *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 из озера Круглое Мордвинской поймы Саратовского водохранилища // Изв. Самарского науч. центра Рос. академии наук. - 2011. - Т. 13. - № 1. - С. 207-210.

Ковалев В.Ф., Кулакова В.Я. Сапропелевые залежи озер Б. Тарас-Куль, М. Тарас-Куль, Тулубаево и Лебяжье как гидроминеральная база бальнеологического курорта в Тюменской области // Сапропели группы Тюменских озер и их лечебные свойства. – Тюмень: Тюмен. кн. изд-во, 1955. – С. 5-62.

Лугаськов А.В. Ротан в водоемах Урала (распространение, биология и морфология) // Рыбоводство и рыбное хоз-во. - 2009. - № 1-2. - С. 19-23.

Петлина А.П., Рябова Т.С. К экологии ротана водоемов окрестностей г. Томска // Сибирская зоологическая конф., посвящ. 60-летию Ин-та систематики и экологии животных СО РАН, 15-22 сент. 2004 г.: Всерос. конф. с участием зарубежных стран. Тез. докл. – Новосибирск, 2004. – С. 83-84.

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

Решетников А.Н. Современный ареал ротана *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 (Odontobutidae, Pisces) в Евразии // Рос. журн. биол. инвазий. - 2009. - № 1. - С. 22-35.

Таскаева К.Р., Коваленко А.И., Янкова Н.В. Современное состояние экосистемы озера заморного типа Большой Тараскуль // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. для аспирантов и молодых ученых «Новый взгляд на решение проблем АПК», посвящ. 70-летию Победы в Великой Отечественной войне / Молодой учёный. - 2015. - № 6.5 (86.5). - С. 174-176.

Янкова Н.В. Нормирование роста серебряного и золотого карасей в озерах юга Тюменской области // Инновационное развитие современной науки: сборник статей Международной научно-практ. конф. (г. Уфа, 31 января 2014 г.). Ч. 8 /отв. ред. А.А. Сукиасян. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. – С. 95-97.

Янкова Н.В., Павлова Т.П., Сильягина Ю.С. Морфопродукционные показатели серебряного карася различных озер Тура-Тавдинского междуречья // Современное состояние и перспективы развития аквакультуры / Материалы Междунар. научно-практ. конф. 7-9 декабря 1999 г. – Горки. – С. 113-114.

Янкова Н.В., Ниязов Н.С., Мухачев И.С. Рациональное использование запасов карасей водоемов Тюменской области // Рыбное хоз-во. - 2006. - № 5. - С. 53-55.

MORPHOBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE ICHTHYOFAUNA OF THE LAKE CRUCIAN TYPE

K.R. Taskayeva

The State Agricultural University of Northern Trans-Ural, Tyumen, kirussa@mail.ru

Amur-sleeper invaded in the water-body of Large Taraskul' in the Tyumen region with crucian ichthyocenosis about 15 years ago. At the moment growth rate of the amur-sleeper and the Chinese carp is average, at the crucian carp – low. The ratio of males and females of amur-sleeper was close to 1:1, the crucian carp a little prevailed male, the Chinese carp predominated females. Morphoproduction of the growth rate of crucian and amur-sleeper are average. Feeding intensity is higher in open water period, than sheet-ice period. The visual analysis of fatness of fishes speaks about than food is quite enough.

**ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ И УДЕЛЬНАЯ СКОРОСТЬ РОСТА ОКУНЯ (*PERCA FLUVIATILIS* L.)
КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В УЛОВАХ 2014-2015 гг.**

Т.А. Тележникова, Р.Р. Сайфуллин

Казанский федеральный университет, г. Казань, public.mail@ksu.ru

На сегодняшний день наша страна является обладателем колоссальных запасов природных ресурсов. Сохранение богатств и биологического разнообразия благодаря регулярным исследованиям, анализам и прогнозам приводит человечество на путь устойчивого развития. Однако интенсивная антропогенная деятельность вызывает нарушение баланса экосистем, в том числе водных. Данная проблема приумножает свою актуальность из года в год и требует проведения мониторинга отдельных показательных компонентов природных сообществ.

В настоящее время одним из широко распространенных промысловых видов рыб Куйбышевского водохранилища является речной окунь, который представляет собой подходящий объект для экологических и мониторинговых исследований в данном регионе.

Целью данной работы было изучение возрастного состава уловов окуня Куйбышевского водохранилища за 2014-2015 гг.

Сбор части ихтиологического материала по окуню (99 экз.) осуществлялся в мае 2014 г. в Мешинском заливе Куйбышевского водохранилища (рис. 1). Другая часть материала (330 экз.) была собрана в мае 2015 г. в Куйбышевском водохранилище: в Мешинском заливе (29 экз.), в Сидельниковском затоне (100 экз.), в Тетюшском плесе (201 экз.). Общая численность всех изученных рыб составляет 429 экз. Сбор материала в Сидельниковском затоне проходил с помощью плавных сетей ячеей 20–36 мм, в других районах - посредством ставных сетей ячеей от 36 до 70 мм.

Камеральная обработка материала осуществлялась нами согласно общепринятой методике (Правдин, 1966). Возраст рыб определялся по чешуе и спилам лучей спинного плавника. Статистическая обработка данных проводилась согласно пакету программ Statistica. По результатам обработки материала была составлена таблица и проведен ее анализ.

Весной 2014 г. возрастная структура популяции окуня была представлена особями в возрасте от 3 до 12 лет (рис. 2). Наибольшая численность отмечалась у особей в возрасте 4-5 лет (поколение 2009-2010 гг.) - 34,34%. Но следует отметить, что достаточно многочисленны были и рыбы в возрасте 3, 6 и 9 лет (12,12, 13,13 и 13,13% соответственно), относящиеся к поколениям 2011, 2008 и 2005 гг.

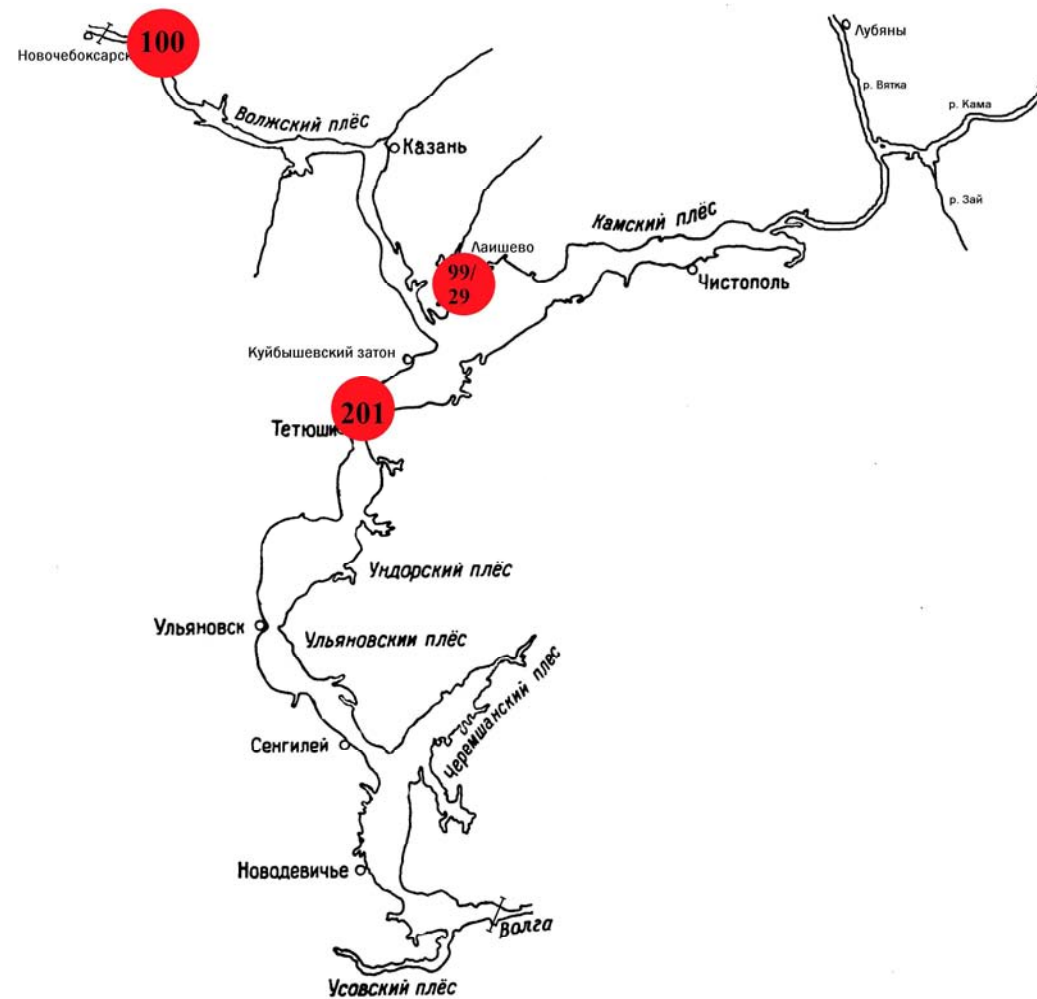


Рисунок 1. Участки сбора материала (цифры – объем собранного материала)

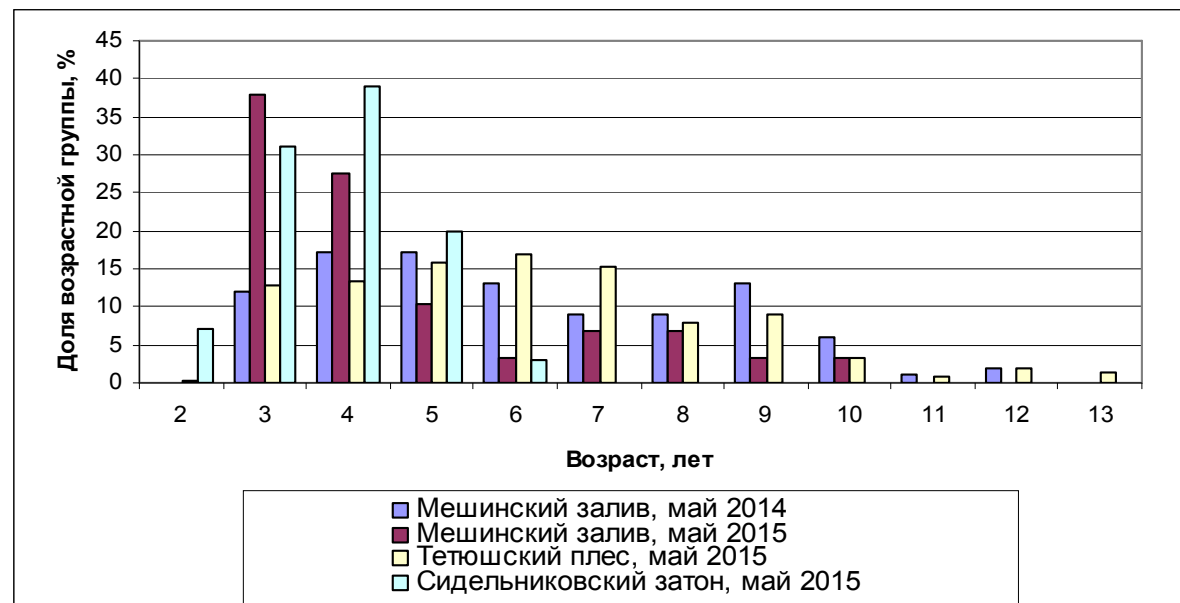


Рисунок 2. Возрастной состав окуня Куйбышевского водохранилища в уловах 2014-2015 гг.

Весной 2015 г. структура уловов окуня по трем исследуемым участкам в целом была представлена особями в возрасте от 2 до 13 лет (см. рис. 2). В Сидельниковском затоне встречались рыбы от 2 до 6 лет, где преобладающую группу составили особи в возрасте 3-4 лет (поколение 2011-2012 гг.) - 70%. Наибольшую численность в Тетюшском плесе имели особи в возрасте 5, 6 и 7 лет (поколения 2010, 2009, 2008 гг.) - 48,2%. Возраст окуня в уловах в Мешинском заливе варьирует от 3 до 10 лет, доминировали здесь возрастные классы рыб 3-4 лет (поколение 2011-2012 гг.). Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что именно в эти годы сложились наиболее благоприятные условия для нереста, развития и откорма молоди окуня.

Вычисленные величины удельной скорости роста окуня до 13-летнего возраста показывают, что максимальный линейный рост отмечается до 4-летнего возраста включительно (до 3-летнего возраста в Тетюшском плесе). Далее, вследствие начала процессов полового созревания, он зафиксирован у самцов окуня Куйбышевского водохранилища в 3-4 года, а у самок - в 3-5 лет (Кузнецов, 2005), т.е. удельная скорость роста сильно замедляется и приблизительно составляет 0,1 (см. таблицу).

Рост окуня по данным непосредственных наблюдений и удельная скорость роста (2014- 2015 гг.)

Район исследования	Показатель	Возраст, лет											
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Мешинский залив, май 2014 г. (99 экз.)	Длина рыб, см	-	21,1	23,5	24,7	26,1	26,6	29,8	31,5	-	-	-	-
	Удельн. скор. роста	-	-	0,11	0,04	0,04	0,02	0,02	0,04	-	-	-	-
Мешинский залив, май 2015 г. (29 экз.)	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, май 2015 г. (201 экз.)	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, май 2015 г. (100 экз.)	Длина рыб, см	16,1	17,1	19,5	21	23,1	-	-	-	-	-	-	-
	Удельн. скор. роста	-	0,06	0,13	0,06	0,05	-	-	-	-	-	-	-

Анализ полученных данных и данных предыдущего года по росту окуня в разных участках Куйбышевского водохранилища показывает, что возрастная структура популяций рассматриваемого вида весьма стабильна (Тележникова, Сайфуллин, 2015). Результаты, полученные по Сидельниковскому затону, во многом объясняются меньшим размером ячеи применявшихся здесь сетей.

Следовательно, в настоящее время рост окуня в исследуемых частях данного водоема характеризуется достаточно высокими показателями и опережает таковые прежних лет наблюдений. Очевидно, что в современных условиях Куйбышевского водохранилища этот вид не испытывает недостатка в пищевых ресурсах.

В заключение следует отметить, что необходимо продолжать мониторинговые исследования речного окуня, как важного промыслового вида данного водоема.

Литература

Кузнецов В.А. Рыбы Вожско-Камского края. - Казань, 2005. – 201 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб / под ред. П.А. Дрягина. – М.: Пищевая пром-сть, 1966. - 376 с.

Тележникова Т.А., Сайфуллин Р.Р. Популяционные характеристики окуня (*Perca fluviatilis* L.) Мешинского залива Куйбышевского водохранилища // Природа Симбирского Поволжья / Сб. науч. трудов. - Ульяновск, 2015. - Вып. 16. - С. 166-168.

THE AGE COMPOSITION OF THE CATCH PERCH (*PERCA FLUVIATILIS* L.) OF KUIBYSHEV RESERVOIR FOR 2014-2015 YEARS

T.A. Telejnikova, R.R. Saifullin

Kazan federal university, Kazan, public.mail@ksu.ru

This article analyzes the results of studies of the age composition of the catches of perch different parts of the Kuibyshev reservoir for the years 2014-2015, also examined information on the growth of this type.

СОДЕРЖАНИЕ

ВЛИЯНИЕ ГИПОТЕРМИИ НА ОКИСЛИТЕЛЬНУЮ МОДИФИКАЦИЮ БЕЛКОВ У РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ (*ONCORHYNCHUS MYKISS* WALBAUM), ИММУНИЗИРОВАННОЙ АНТИ-*AEROMONAS* SPP. ВАКЦИНОЙ

Г.М. Ткаченко¹, Й. Грудневская²

¹Кафедра зоологии и физиологии животных, Институт биологии и охраны окружающей среды, Поморская Академия в Слупске, ул. Арцишевского, 22b, 76-200, Слупск, Польша; tkachenko@apsl.edu.pl

²Отдел исследований лососевых рыб Института пресноводного рыбного хозяйства им. Станислава Саковича, Рутки, 83-330, Жуково, Польша; jgrudniewska@infish.com.pl

Введение. Любые изменения, происходящие в среде обитания, отражаются на физиологическом состоянии и общей резистентности рыб, а также способствуют развитию возбудителей болезней. В аквакультуре все чаще появляются новые, ранее не известные заболевания, приводящие не только к снижению общей продуктивности, но и к массовой гибели рыбы (Бычкова, 2010). Потери в случае возникновения эпизоотии бактериальных заболеваний, таких как фурункулез, вибриоз, иерсиниоз и других, достигают 70-100% (Austin, Austin, 1993; Noga, 1995). В условиях высокоинтенсивной аквакультуры контроль за инфекционными заболеваниями приобретает особо важное значение. В настоящее время с этой целью используется вакцинация (Anderson, 1997; Ellis, 1997; Larsen, Pedersen, 1997).

Выращивание лососевых рыб показало, что они подвержены бактериальным заболеваниям (Бычкова, 2002). Этому способствуют уплотненные посадки, в связи с чем создается тесный контакт рыб, а повышенная температура воды приводит к ускоренному развитию ряда возбудителей болезней. Появление в воде и в рыбе различных микробных ассоциаций отягощает патологические процессы у рыб (аэромонады – энтеробактерии, аэромонады – вибрионы и др.). Большое влияние на возникновение бактериальных болезней форели в садках оказывают также стрессовые факторы. Такими могут быть неблагоприятные температурные условия, дефицит кислорода, высокие плотности посадки, неполноценное и недостаточное кормление, травматизация при перевозках и пересадках рыб и другие факторы (Бычкова, 2002).

Резкие изменения физиологического состояния организма приводят к столь же резким изменениям энергетического обмена в клетках. При этом происходит нарушение баланса между генерацией активных форм кислорода (АФК) и активностью антиоксидантной системы, а это приводит к интенсификации свободнорадикальных процессов и окислительному стрессу. В результате интенсивной генерации АФК в клетках происходит повреждение биомолекул (белков, нуклеиновых кислот, липидов), что приводит к деструкции клеточных структур и даже к гибели организма (Davies, 1987; Скулачев, 1998; Cadenas, Davies, 2000).

В настоящее время в мировой рыбоводной практике широко используются бактерины против таких заболеваний лососевых, как фурункулез, вызываемый *Aeromonas salmonicida* и *Aeromonas hydrophila*. Влияние отдельных антигенов и вакцин на физиологическое состояние рыб, а также специфичность вызываемого ими иммунного ответа остаются до конца не изученными, а зачастую

и неизвестными. Данные литературы в большинстве случаев характеризуют реакцию иммунной системы на введение той или иной вакцины и уровень вызываемой ею защиты (Anderson, 1997; Ellis, 1997; Larsen, Pedersen, 1997). Не менее важным, на наш взгляд, представляется изучение маркеров окислительного стресса у рыб при вакцинации на фоне стрессовых факторов, связанных с искусственным выращиванием рыбы.

Поэтому целью данного исследования являлась оценка влияния различной температуры на содержание альдегидных и кетоновых производных окислительно-модифицированных белков в мышечной, мозговой, печеночной и жаберной ткани радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum), вакцинированной против фурункулеза.

Материалы и методика исследований. Эксперимент проводили в Отделе исследований лососевых рыб Института пресноводного рыбного хозяйства (Жуково, Польша). Все биохимические анализы осуществлялись на кафедре зоологии и физиологии животных Института биологии и охраны окружающей среды Поморского университета (Слупск, Польша). Радужная форель была разделена на две группы (контрольную и вакцинированную). Рыбу иммунизировали вакциной против фурункулеза, состоящей из инактивированных штаммов *A. salmonicida* и *A. hydrophila* в концентрации 1×10^{10} колониеобразующих_единиц (КОЕ). Иммерсионный раствор содержал 1 л вакцины на 10 л воды. Погружение рыбы в этот раствор длилось от 60 до 120 сек. Через 3 мес. произвели повторную иммунизацию этой же вакциной. После 3 недель рыбу вакцинированной и контрольной групп разделили на такие группы: 1) контрольная группа, температура воды 11-12 °С; 2) контрольная группа, температура воды 5,8 °С (гипотермия); 3) вакцинированная группа, температура воды 11-12 °С; 4) вакцинированная группа, температура воды 5,8 °С (гипотермия). Время гипотермической экспозиции рыб – 2 ч. Ткани были выделены после декапитации рыб. Буфер изоляции ткани содержал 100 мМ Трис-НСl (рН 7,2). Гомогенаты центрифугировали 15 мин. при 3000 об./мин. Белок в пробах определяли методом Брэдфорда. Окислительную модификацию белков (ОМБ) устанавливали по содержанию кетоновых и альдегидных производных (Levine et al., 1990). Полученные результаты анализировали с помощью пакета программы STATISTICA 10.0 (Stat Soft, Poland) (Zar, 1999).

Результаты исследований и их обсуждение. Как показали результаты наших исследований, гипотермия вызвала увеличение содержания альдегидных и кетоновых производных ОМБ в мышечной ткани как в контрольной (на 189%, $p = 0,000$ и 130%, $p = 0,005$), так и в вакцинированной группе рыб (на 105%, $p = 0,000$ и 95%, $p = 0,002$, соответственно). Иммунизация рыб анти-*Aeromonas* вакциной сопровождается снижением содержания альдегидных и кетоновых производных ОМБ в мышечной ткани рыб (на 39%, $p = 0,008$ и 38%, $p = 0,002$ соответственно) в сравнении с контрольной группой рыб (температура воды 11-12°С). Гипотермия также вызвала снижение содержания альдегидных и кетоновых производных ОМБ в мышечной ткани вакцинированных рыб (на 57%, $p = 0,000$ и 47%, $p = 0,007$) по сравнению с контрольной группой рыб, которая содержалась при температуре 5,8 °С (рис. 1).

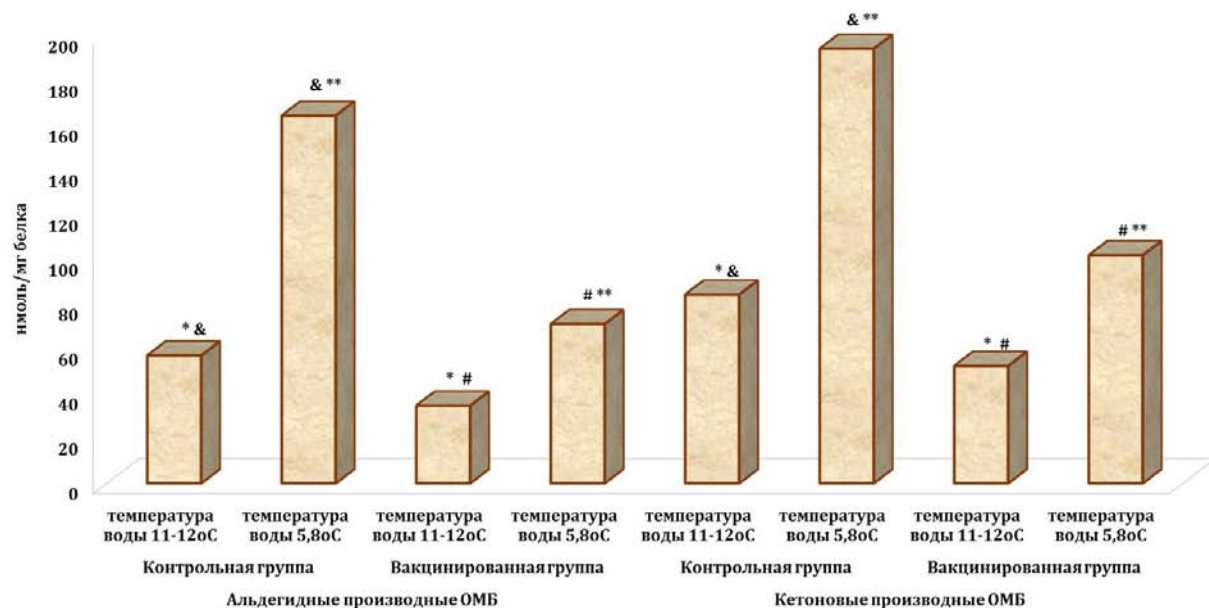


Рисунок 1. Влияние гипотермии на содержание альдегидных и кетоновых производных окислительно-модифицированных белков (ОМБ) в мышечной ткани радужной форели, иммунизированной анти-*Aeromonas* вакциной ($M \pm m$, $n = 15$)

*Изменения статистически достоверные ($p < 0,05$) между показателями, полученными в контрольной и вакцинированной группах рыб при температуре воды 11-12 °С.

**Изменения статистически достоверные ($p < 0,05$) между показателями, полученными в контрольной и вакцинированной группах рыб при температуре воды 5,8 °С.

&Изменения статистически достоверные ($p < 0,05$) между показателями, полученными в контрольной группе рыб при температуре воды 5,8 и 11-12 °С.

#Изменения статистически достоверные ($p < 0,05$) между показателями, полученными в вакцинированной группе рыб при температуре воды 5,8 и 11-12 °С.

В жаберной ткани рыб гипотермия вызвала увеличение содержания альдегидных и кетоновых производных ОМБ как в контрольной (на 77%, $p = 0,030$ и 112%, $p = 0,006$), так и в вакцинированной группе рыб (на 384%, $p = 0,000$ и 238%, $p = 0,000$ соответственно) (рис. 2).

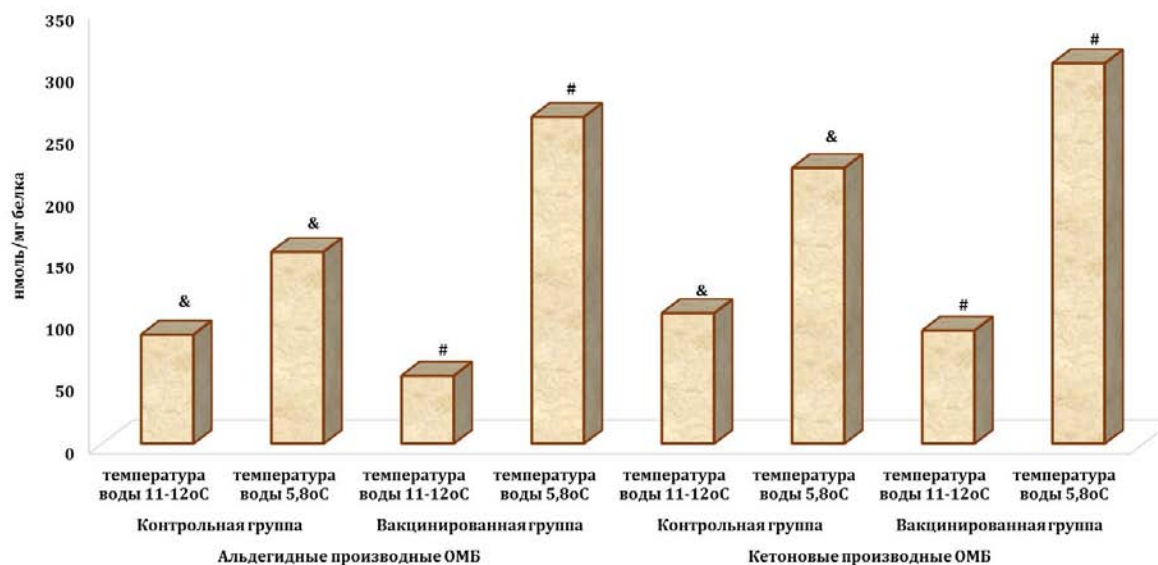


Рисунок 2. Влияние гипотермии на содержание альдегидных и кетоновых производных окислительно-модифицированных белков (ОМБ) в жаберной ткани радужной форели, иммунизированной анти-*Aeromonas* вакциной ($M \pm m$, $n = 15$)

&Изменения статистически достоверные ($p < 0,05$) между показателями, полученными в контрольной группе рыб при температуре воды 5,8 и 11-12 °C.

#Изменения статистически достоверные ($p < 0,05$) между показателями, полученными в вакцинированной группе рыб при температуре воды 5,8 и 11-12 °C.

В отличие от мышечной и жаберной ткани гипотермия сопровождалась снижением содержания альдегидных и кетоновых производных ОМБ в печени контрольной группы рыб (на 54%, $p = 0,006$ и 54%, $p = 0,003$). Гипотермия вызвала увеличение содержания альдегидных и кетоновых производных ОМБ в печени вакцинированных рыб (в 5,2 раза, $p = 0,000$ и в 4,8 раза, $p = 0,007$) по сравнению с контрольной группой (5,8°C) (рис. 3).

В мозговой ткани радужной форели гипотермия сопровождалась увеличением содержания альдегидных и кетоновых производных ОМБ в контрольной группе рыб (на 327%, $p = 0,000$ и 334%, $p = 0,000$). Иммунизация рыб анти-*Aeromonas* вакциной также сопровождается увеличением содержания альдегидных и кетоновых производных ОМБ (на 219%, $p = 0,002$ и 227%, $p = 0,002$) в сравнении с контрольной группой рыб (температура воды 11-12 °C) (рис. 4).

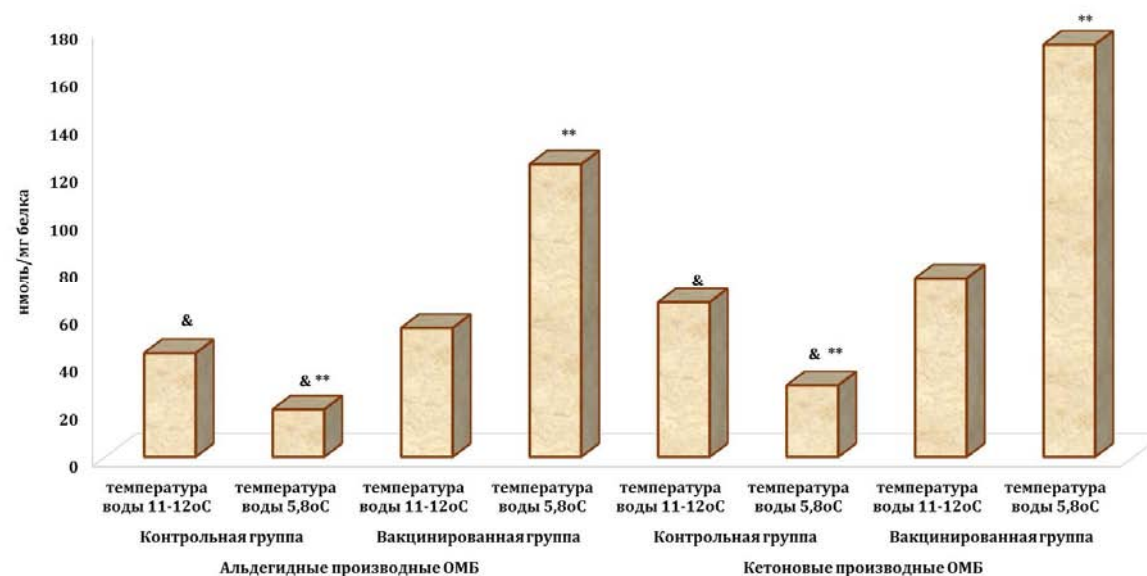


Рисунок 3. Влияние гипотермии на содержание альдегидных и кетонных производных окислительно-модифицированных белков (ОМБ) в печени радужной форели, иммунизированной анти-*Aeromonas* вакциной ($M \pm m$, $n = 15$)

 **Изменения статистически достоверные ($p < 0,05$) между показателями, полученными в контрольной и вакцинированной группах рыб при температуре воды 5,8 °C.

&Изменения статистически достоверные ($p < 0,05$) между показателями, полученными в контрольной группе рыб при температуре воды 5,8 и 11-12 °C.

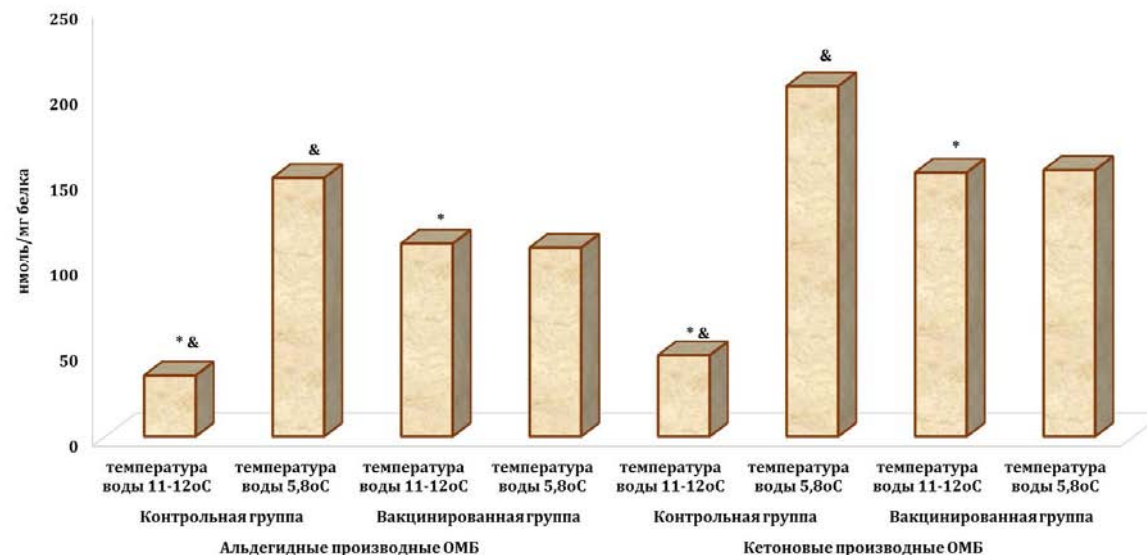


Рисунок 4. Влияние гипотермии на содержание альдегидных и кетоновых производных окислительно-модифицированных белков (ОМБ) в мозговой ткани радужной форели, иммунизированной анти-*Aeromonas* вакциной ($M \pm m$, $n = 15$)

*Изменения статистически достоверные ($p < 0,05$) между показателями, полученными в контрольной и вакцинированной группах рыб при температуре воды 11-12 °C.

&Изменения статистически достоверные ($p < 0,05$) между показателями, полученными в контрольной группе рыб при температуре воды 5,8 и 11-12 °C.

Таким образом, иммунизация рыб анти-*Aeromonas* вакциной вызывает снижение содержания альдегидных и кетоновых производных окислительной модификации белков в мышечной ткани рыб (см. рис. 1). Противоположные изменения наблюдались в мозговой ткани иммунизированных рыб (см. рис. 4). Гипотермия индуцирует окислительный стресс, вызывая увеличение концентрации его маркеров во всех исследуемых тканях рыб (за исключением печени) по сравнению с контрольной группой, которая содержалась при оптимальной температуре (см. рис. 1-4). В иммунизированной группе рыб гипотермия сопровождается усилением окислительной модификации белков в мышечной и жаберной ткани по сравнению с вакцинированной группой, которая содержалась при оптимальной температуре (см. рис. 1, 2). Гипотермия вызвала увеличение содержания альдегидных и кетоновых производных ОМБ в жаберной ткани и печени вакцинированных рыб по сравнению с контрольной группой при температуре воды 5,8 °C (см. рис. 2, 3).

Защитным эффектом гипотермии является понижение функций и обменных процессов, приводящих к повышению устойчивости организма к воздействию многих неблагоприятных факторов и, прежде всего, тканевой гипоксии (Ooboshi et al., 2000; Исмаилова, 2004). Как известно, на начальных этапах гипотермии активизируется деятельность организма, повышаются энергозатраты, что

стимулирует главный поставляющий энергию процесс – митохондриальное дыхание (Кулинский, Ольховский, 1992; Алюхин, 1994). Активация дыхания увеличивает поток электронов по дыхательной цепи – от субстратов дыхания к кислороду, что неизбежно влечет за собой повышение продукции АФК и окислительный стресс (Скулачев, 1998; Cadenas, Davies, 2000). В его условиях окислительной модификации подвергаются важнейшие биомолекулы клетки, и в первую очередь белки, которые выполняют сигнальную роль, участвуя в регуляторных процессах (Дубинина, 2006). Усиленное образование АФК и активация процессов перекисного окисления липидов имеют место в начальный период гипотермии (Василькова, Кухта, 1988; Исмаилова, 2004). Вместе с тем установлено, что под действием АФК окисляются в первую очередь не липиды, а аминокислотные остатки белков, приводящие к их окислительной модификации (Pickering, Davies, 2012). Окислительная модификация вызывает изменения структурной организации белков, их агрегацию и денатурацию, приводя к нарушению или исчезновению функциональной активности протеинов (каталитической, регуляторной, транспортной, рецепторной и др.), и может индуцировать гибель клетки (Droge, 2002; Дубинина, 2006). Как показали наши исследования, мышечная, жаберная и мозговая ткани форели оказались наиболее чувствительными органами к действию гипотермии (см. рис. 1, 2, 4).

Большинство вакцин - сильнейшие активаторы неспецифического гуморального и клеточного иммунитета различных видов рыб, что проявляется в активации антителообразования, лизоцима, бактерицидной активности слизи и сыворотки, адгезии бактериальных патогенов к эпидермальной слизи, миграции макрофагов в конечный отдел кишечника рыб, фагоцитоза, выработки лейкоцитов, в том числе нейтрофилов и моноцитов, а также в гиперплазии и гипертрофии слизистых клеток эпидермиса (Anderson, 1997; Ellis, 1997; Larsen, Pedersen, 1997). Такая активация иммунной системы вызывает усиленное потребление кислорода иммунокомпетентными клетками и респираторный взрыв. Фермент NADPH-оксидаза (NADPH-oxidase, NOX2) имеет решающее значение для дыхательного взрыва путем усиленной генерации АФК и активно принимает участие в клеточной активности, в том числе в формировании нейтрофильных внеклеточных ловушек (*neutrophil extracellular traps*), активации инфламмосом и в адгезивных процессах, связанных с мембранами фагосом в процессе фагоцитоза (Yang et al., 2011). Как показали наши исследования, иммунизация рыб анти-*Aeromonas* вакциной сопровождается усилением окислительной модификации белков только в мозговой ткани (см. рис. 4). Компенсаторно-приспособительные изменения в мышечной ткани сопровождались снижением окислительных повреждений белков у вакцинированных рыб (см. рис. 1).

В результате проведенных исследований показано, что стресс-реакция у рыб, протекающая на физиолого-биохимическом уровне, зависит от вида стрессора. Так, стресс, вызванный гипотермией, проявляется сильнее, чем при иммунизации рыб. При этом вакцинацию рыбы переносят легче гипотермии. Тканеспецифичность содержания маркеров окислительного стресса проявилась не только при иммунизации рыб, но и при гипотермии. Результаты наших исследований показали, что сочетание иммунизации и гипотермии вызывает разнонаправленные изменения в содержании альдегидных и кетонных производных окислительной модификации белков, что имеет важное значение в мощности функционирования антиокислительных и протеасомных систем различных тканей рыб.

Кроме того, температура окружающей среды воздействует не только на рыб, но и на их возбудителей болезней. И потому, изменяя температуру в нужном направлении, можно модифицировать физическое состояние иммунизированных рыб, уменьшая отрицательное действие вакцинации. Полученные в работе данные представляют интерес для понимания механизмов холодового повреждения и формирования компенсаторно-приспособительных реакций при снижении температуры среды в процессе иммунизации рыб. Перспективным остается использование ряда изученных маркеров окислительного стресса для оценки состояния организма при различных уровнях гипотермии и иммунизации. Результаты работы указывают на важное влияние температуры в регуляции свободнорадикальных процессов у иммунизированных рыб.

This study was supported by grant of the Pomeranian University for Young Scientists.

Литература

- Алюхин Ю.С. Дыхание и кровообращение в терминальных стадиях глубокой гипотермии // Физиол. журн. им. Сеченова. – 1994. – Т. 80. – № 5. – С. 46-53.
- Бычкова Л.И. Микробиоценоз радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) и водной среды при садковом выращивании. – Канд. дис. 03.00.18 – гидробиология. – М., 2010.
- Василькова Т.В., Кухта В.К. Применение а-токоферола ацетата для коррекции процесса перекисного окисления липидов эритроцитов при общей гипотермии организма // Здоровоохр. Белоруссии. – 1988. – № 8. – С. 45-48.
- Дубинина Е.Е. Продукты метаболизма кислорода в функциональной активности клеток (жизнь и смерть, созидание и разрушение). Физиологические и клиничко-биохимические аспекты. - СПб.: Медицинская пресса, 2006. – 400 с.
- Исмаилова Ж.Г. Окислительная модификация белков плазмы крови при гипотермии и на фоне введения даларгина. – Канд. дис. 03.00.04 – биохимия. - Махачкала, 2004.
- Кулинский В.И., Ольховский И.А. Две адаптационные стратегии в неблагоприятных условиях - резистентная и толерантная. Роль гормонов и рецепторов // Успехи соврем. биологии. – 1992. – Т. 112. – Вып. 5-6. – С. 697-714.
- Скулачев В.П. О биохимических механизмах эволюции и роли кислорода // Биохимия. – 1998. – Т. 63. – Вып. 11. – С. 1570-1579.
- Anderson D.P. Adjuvants and immunostimulants for enhancing vaccine potency in fish // Dev. Biol. Stand. – 1997. – 90. – P. 257-265.
- Austin B.I., Austin D.A. Bacterial Fish Pathogens, ed 2. - New York: Ellis Horwood, 1993. - 384 p.
- Cadenas E., Davies K.J.A. Mitochondrial free radicals generation, oxidative stress, and aging // Free Rad. Biol. Med. – 2000. - 29(315). – P. 222-230.
- Davies K.J.A. Protein damage and degradation by oxygen radicals // J. Biol. Chem. – 1987. - 262(20). – P. 9895-9901.
- Droge W. Free Radicals in the Physiological Control of Cell Function // Physiol. Rev. – 2002. – 82. – P. 47-95.
- Ellis A.E. Fish vaccination. - New York: Academic Press, 1988. - 255 p.
- Ellis A.E. Immunization with bacterial antigens: furunculosis // Dev. Biol. Stand. – 1997. – 90. – P. 107-116.

Larsen J.L., Pedersen K. Vaccination strategies in freshwater salmonid aquaculture // Dev. Biol. Stand. – 1997. – 90. – P. 391-400.

Levine R.L., Garland D., Oliver C.N., Amic A., Climent I., Lenz A.G., Ahn B.W., Shaltiel S., Stadtman E.R. Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins // Methods in Enzymology. – 1990. – 186. – P. 464-478.

Noga E.J. Fish Diseases: diagnosis and treatment. - St. Louis: Mosby-Year Book Inc., 1995. - 367 p.

Ooboshi H., Ibayashi S., Takano K., Sadoshima S., Kondo A., Uchimura H., Fujishima M. Hypothermia inhibits ischemia-induced efflux of amino acids and neuronal damage in the hippocampus of aged rats // Brain Res. – 2000. - 884(1-2). – P. 23-30.

Pickering A.M., Davies K.J. Degradation of damaged proteins: the main function of the 20S proteasome // Prog. Mol. Biol. Transl. Sci. – 2012. – 109. – P. 227-248.

Yang H.C., Cheng M.L., Ho H.Y., Chiu D.T. The microbicidal and cytheregulatory roles of NADPH oxidases // Microbes Infect. – 2011. - 13(2). – P. 109-120.

Zar J.H. Biostatistical Analysis, 4th ed., Prentice Hall Inc.. - New Jersey, 1999.

IMPACT OF HYPOTHERMIA ON OXIDATIVE MODIFICATION OF PROTEINS IN RAINBOW TROUT (*ONCORHYNCHUS MYKISS* WALBAUM) IMMUNIZED BY ANTI-*AEROMONAS* SPP. VACCINE

H. Tkachenko¹, J. Grudniewska²

¹Department of Zoology and Animal Physiology, Institute of Biology and Environmental Protection, Pomeranian University in Slupsk, Poland
Arciszewski Str. 22B, 76-200, Slupsk, Poland, tkachenko@apsl.edu.pl, biology.apsl@gmail.com

²Department of Salmonid Research, Stanislaw Sakowicz Inland Fisheries Institute, 83-330, Żukowo, Poland, jgrudniewska@infish.com.pl

Despite the importance and success of vaccination, little is known about the mechanisms of oxidative stress and antioxidant defenses in fish during vaccination. The aim of this study was assessment of hypothermia effects on the content of oxidative stress biomarkers (i.e., aldehydic and ketonic derivatives of oxidatively modified proteins) in the muscle, gill, hepatic, and brain tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) vaccinated against furunculosis. Fish immunization by anti-*Aeromonas* vaccine caused a decrease of the oxidative stress biomarkers in the muscle tissue, while increase those in the brain tissue. Hypothermia increased the protein damage biomarkers in the muscle, gill, and hepatic tissues of vaccinated trout compared to the vaccinated group at optimal temperature (11-12°C). Hypothermia alone caused increase of aldehydic and ketonic derivatives of oxidatively modified proteins in the muscle, gill, and brain tissue. It is possible to modify the physiological state of the immunized fish and reduce adverse effects of vaccination by changing the temperature in the right direction. The data obtained are interesting for understanding the mechanisms of hypothermia and the formation of compensatory and adaptive reactions in immunized fish at lower temperatures environment. The use of oxidative stress markers is perspective to assess the functional state of organism during both hypothermia and immunization. The results highlight the importance of the temperature effects in the regulation of oxidative stress in immunized fish.

ВЛИЯНИЕ ДЕЗИНФЕКТАНТА ДИОКСИДА ХЛОРА НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ (*ONCORHYNCHUS MYKISS* WALBAUM)

Г.М. Ткаченко¹, Й. Грудневская²

¹Кафедра зоологии и физиологии животных, Институт биологии и охраны окружающей среды, Поморская Академия в Слупске, Польша
tkachenko@apsl.edu.pl

²Отдел исследований лососевых рыб Института пресноводного рыбного хозяйства им. Станислава Саковича, Рутки, Польша
jgrudniewska@infish.com.pl

Введение. Дезинфекция занимает одно из важных мест в системе ветеринарно-санитарных мероприятий, обеспечивающих благополучие рыбоводства по заразным болезням, повышение продуктивности и качества продуктов, сырья и кормов. Основное назначение дезинфекции – разорвать эпизоотическую цепь путем воздействия на её важнейшее звено – фактор передачи возбудителя болезни от источника инфекции к восприимчивому организму. Дезинфекцию объектов ветеринарного надзора включают в план противоэпизоотических мероприятий (Носкова, 2010).

Диоксид хлора – это уникальное вещество с молекулой, состоящей из одного атома хлора и двух атомов кислорода. В разбавленных растворах ClO_2 существует в виде молекул стабильного радикала; он в 10 раз более растворим в воде и в 2,5 раза более эффективен, чем хлор. Диоксид хлора обладает мощным бактерицидным, вируцидным, фунгицидным и альгицидным действием в широком диапазоне pH (от 4 до 10). Его мощная окислительная способность все больше используется во многих развитых странах в качестве дезинфицирующего средства для обработки воды. Стремительно развивающийся прогресс в технологии получения диоксида хлора делает его применение безопасным и более выгодным по сравнению с другими дезинфектантами. Он отлично окисляет трехвалентное железо, марганец, фенолы, цианиды, нитраты, микотоксины и др., но не реагирует с аммиаком. Это имеет большее значение в том, что диоксид хлора не реагирует со многими органическими соединениями и, как следствие, не производит экологически опасных хлорорганических соединений (тригалометанов, канцерогенов и т.д.). Кроме того, использование диоксида хлора способствует резкому падению хлорированных органических веществ в воде. Он обеззараживает бактерии, проникая в клеточные структуры (von Gunten, 2003; Ngwenya et al., 2013; Yu et al., 2014)

Целью настоящего исследования было изучение дезинфицирующего влияния диоксида хлора на содержание маркеров окислительного стресса (малоновый диальдегид, альдегидные и кетоновые производные окислительной модификации белков) и биохимические параметры (активность аланин- и аспаратаминотрансфераз, лактатдегидрогеназы, содержание молочной и пировиноградной кислот) в мышечной ткани радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) после профилактических дезинфицирующих мероприятий.

Материалы и методика исследований. Эксперимент проводили в Отделе исследований лососевых рыб Института пресноводного рыбного хозяйства (Жуково, Польша). Все биохимические анализы осуществлялись на кафедре зоологии и физиологии животных Института биологии и охраны окружающей среды Поморского университета (Слупск, Польша). Радужная форель была разделена на две группы (контрольную и опытную). В опытной группе ($n = 11$) форель была подвержена профилактическому купанию в растворе диоксида хлора (конечная концентрация 5 мг/л воды, по 20 минут аппликации, три повторности с перерывом в 2 дня между купаниями). Контрольную группу обработали подобным образом с использованием той же воды, в которой находилась рыба в бассейнах. Через два дня после последнего купания рыбу отобрали из бассейнов для дальнейших исследований. Мышечная ткань была выделена из рыб после декапитации. Буфер изоляции содержал 100 мМ Трис-HCl (pH 7,2). Гомогенаты центрифугировали 15 мин. при 3000 об./мин. Белок в пробах определяли методом Брэдфорда. Интенсивность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) оценивали по содержанию продуктов, которые реагируют с 2-тиобарбитуровой кислотой (ТБК-продукты) (Камышников, 2004). Окислительную модификацию белков (ОМБ) устанавливали по содержанию кетонных и альдегидных производных (Levine et al., 1990). Активность аминотрансфераз и лактатдегидрогеназы определяли с 2,4-динитрофенилгидразином (Камышников, 2004). Содержание молочной и пировиноградной кислот рассчитывали неферментативным методом с гидрохиноном и *p*-диметиламинобензальдегидом соответственно (Герасимов, Плаксина, 2000). Полученные результаты анализировали с помощью пакета программы STATISTICA 10.0 (Stat Soft, Poland) (Zar, 1999).

Результаты исследований и их обсуждение. Развитие окислительного стресса может быть показателем первичного метаболического ответа организма на различные экстремальные факторы, в том числе и на действие дезинфицирующих средств, поскольку интенсификация процессов ПОЛ играет существенную роль в патогенезе многих заболеваний рыб, вызванных экзогенным загрязнением водоемов ксенобиотиками и разнообразными химическими соединениями, а также эндогенной активацией систем организма (Valavanidis et al., 2006). Как показали результаты наших исследований, дезинфекция рыб диоксидом хлора существенно не влияет на интенсивность ПОЛ в мышечной ткани радужной форели (табл. 1).

Таблица 1. Влияние дезинфекции диоксидом хлора на содержание маркеров окислительного стресса в мышечной ткани радужной форели, нмоль/мг белка

Маркеры окислительного стресса	Контрольная группа рыб	Дезинфекция диоксидом хлора
ТБК-продукты	540,98±64,58	463,39±41,52
Альдегидные производные ОМБ	18,13±2,67	17,03±2,28
Кетонные производные ОМБ	12,64±1,81	9,95±1,54

Из литературных источников известно, что активные формы кислорода (АФК), наряду с окислением липидов, вызывают также окислительную модификацию белков, нарушая конформацию белковых молекул, их агрегацию и фрагментацию (Stadtman, 1995; Squier, 2001; Levine, 2002). В связи с особенностями химического строения и структурной организации белков процесс их окислительной модификации имеет сложный характер, что связано с образованием большого количества окисленных продуктов радикальной и нерадикальной природы (Stadtman, 1995). Следствием структурных повреждений окисленных белков является резкое повышение активности мультикалитических протеаз (Davies, 2001). Вместе с тем деструкция белков является более надежным маркером окислительных повреждений тканей, чем продукты ПОЛ, поскольку производные ОМБ являются более стабильными структурами (Stadtman, 1995; Squier, 2001; Levine, 2002). В связи с этим следующим этапом наших исследований был анализ альдегидных и кетонных производных ОМБ в мышечной ткани радужной форели, дезинфицированной диоксидом хлора (см. табл. 1). Как показали результаты наших исследований, содержание альдегидных и кетонных производных в мышечной ткани обработанных диоксидом хлора рыб было ниже на 6,1 ($p>0,05$) и 21,3% ($p>0,05$) соответственно по сравнению с рыбами контрольной группы (см. табл. 1).

Окисление белков под действием АФК с образованием альдегидо- или кетогрупп также несет адаптационную функцию в дезинфекционном влиянии диоксида хлора с активацией протеасомного комплекса, который избирательно разрушает окисленные белки (Radak et al., 2008). Очевидно, снижение уровня альдегидных производных ОМБ в мышечной ткани после дезинфекции диоксидом хлора свидетельствует об иницировании процессов протеолитической деградции окисленных белковых молекул.

Довольно существенными диагностическими показателями состояния организма являются содержание метаболитов и активность ключевых ферментов, которые четко отражают "скрытые" первичные тенденции и направления биохимических изменений в тканях. К таким ферментам относятся лактатдегидрогеназа (ЛДГ) и аминотрансферазы: аланинаминотрансфераза (АлАТ) и аспартатаминотрансфераза (АсАТ), которые участвуют в переносе аминогрупп из аминокислот на кетокислоты (Berg et al., 2006). Изменения активности этих ферментов при дезинфекции диоксидом хлора отражают специфические преобразования в структуре метаболизма рыб. Известно, что образование молочной кислоты является одним из ведущих факторов, которые обусловлены уменьшением внутримышечных резервов энергетических веществ и закислением среды (Berg et al., 2006). Поэтому определение концентрации лактата и пирувата в мышечной ткани позволяет оценить срочный и отдаленный эффекты дезинфекции, отражающие интенсивность гликолиза в процессах энергообеспечения, а также скорость течения восстановительных процессов при утилизации лактата (Камышников, 2004; Berget al., 2006). Активность аминотрансфераз и лактатдегидрогеназы, а также содержание молочной и пировиноградной кислот в мышечной ткани радужной форели, дезинфицированной диоксидом хлора, представлены на рис. 1 и 2.

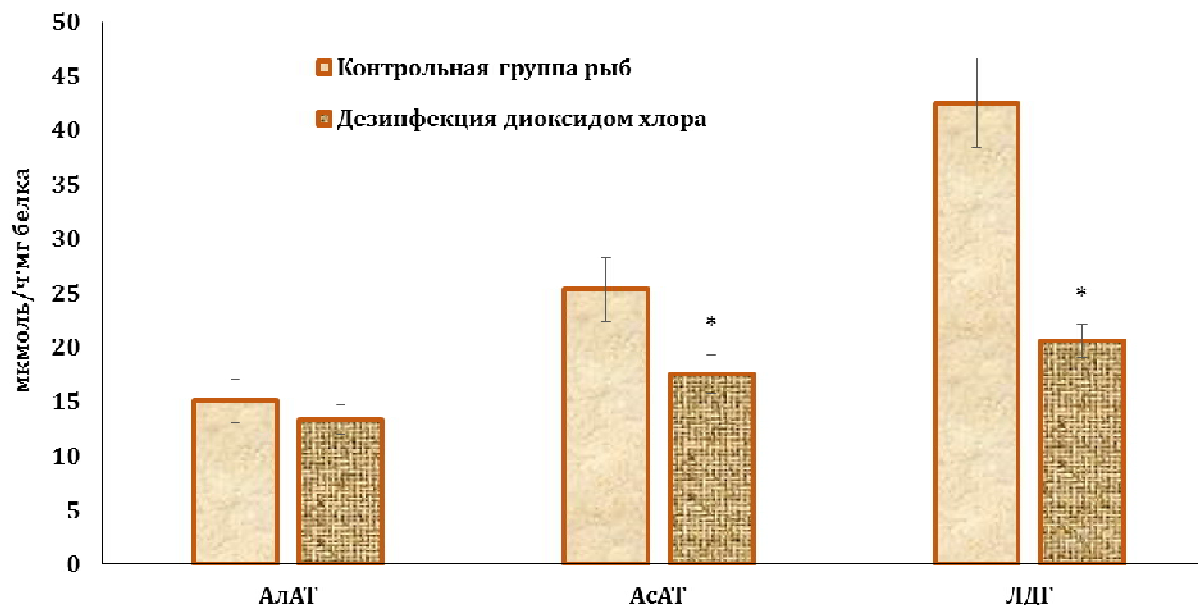


Рисунок 1. Влияние дезинфекции диоксидом хлора на активность аланин- (АлАТ), аспаратаминотрансферазы (АсАТ) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ) в мышечной ткани радужной форели

*Изменения статистически достоверные ($p < 0,05$) между показателями, полученными в контрольной и опытной группах рыб.

В частности, активность АсАТ в мышечной ткани дезинфицированных рыб была значительно ниже - на 31% ($p = 0,033$) без существенных изменений активности АлАТ (см. рис. 1). Исходя из полученных нами данных можно сделать вывод о приоритетах в использовании субстратов для окисления и энергетического обеспечения мышечной деятельности рыб. Очевидно, направленность реакции трансаминирования приводит к образованию определенного количества аланина, который с кровью поглощается гепатоцитами печени и используется как субстрат глюконеогенеза для восстановления запасов глюкозы, а значит, и главного аккумулированного ее источника – гликогена. Принимая участие в глюкозо-аланиновом цикле, АлАТ выводит излишки аммиака из мышц и поставляет в печень также пируват, который используется в процессах аэробного ресинтеза АТФ при мышечной деятельности, и в глюконеогенезе в период восстановления (Berg et al., 2006). Сниженная активность АсАТ в мышечной ткани рыб после дезинфекции диоксидом хлора указывает на несколько иную направленность процессов трансаминирования гликогенных аминокислот, в данном случае аспарагиновой кислоты, которая, окисляясь в оксалоацетат, обеспечивает также субстраты для глюконеогенеза (Berg et al., 2006).

Важным информативным показателем энергообеспечения мышечной деятельности является также активность ЛДГ, которая катализирует обратное окисление L-лактата в пируват, используя НАД⁺ в качестве акцептора водорода и обеспечивая тем самым дальнейшую утилизацию продуктов распада глюкозы (Berg et al., 2006). Соответственно, рост уровня энергообеспечения мышц сопровождается значительными изменениями активности ЛДГ. При этом накопление лактата, которое происходит в режиме анаэробного энергообеспечения, прямо стимулирует рост активности ЛДГ. Последняя характеризует объемы образования лактата, интенсивность анаэробных нагрузок и общую способность организма к утилизации молочной кислоты (Berg et al., 2006).

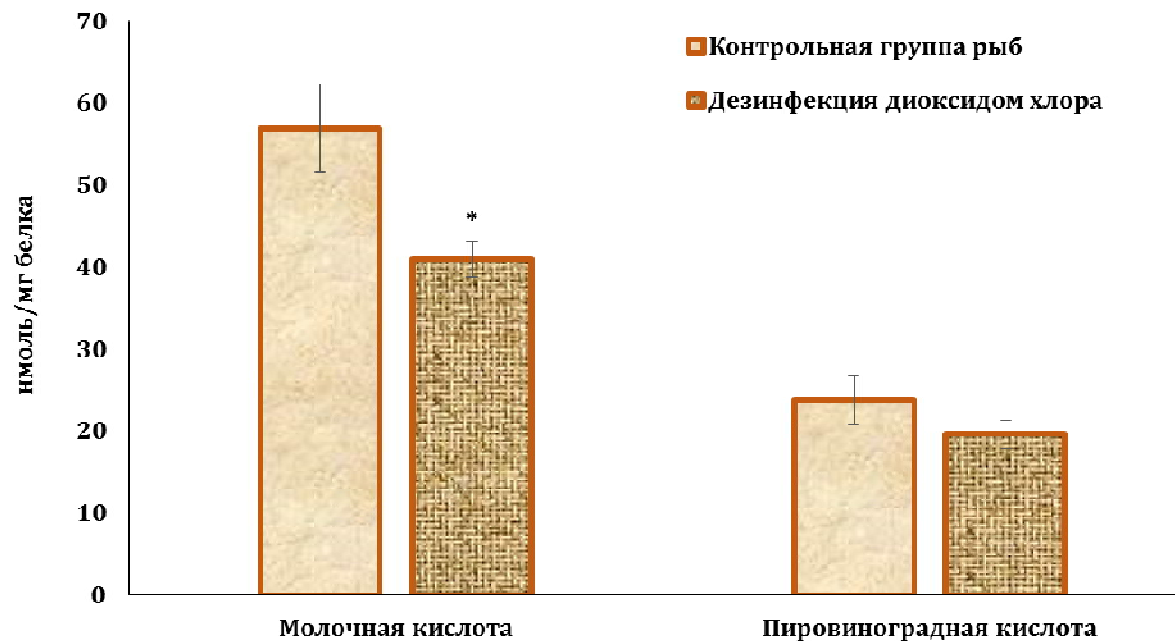


Рисунок 2. Влияние дезинфекции диоксидом хлора на содержание молочной и пировиноградной кислот в мышечной ткани радужной форели

*Изменения статистически достоверные ($p < 0,05$) между показателями, полученными в контрольной и опытной группах рыб.

В результате проведенных нами исследований установлено, что активность ЛДГ в мышечной ткани дезинфицированных диоксидом хлора рыб была существенно ниже - на 52% ($p = 0,000$) по сравнению с контрольной группой рыб (см. рис. 1). Сниженная активность ЛДГ вызывает и меньшее содержание продуктов реакции, в частности, лактата (на 28%, $p = 0,017$) и пирувата (на 17,5%, $p > 0,05$) (см. рис. 2).

Чтобы более информативно охарактеризовать процессы течения аэробных-анаэробных реакций в мышечной ткани дезинфицированных диоксидом хлора рыб, мы рассчитали коэффициент лактат/пируват (соотношение концентрации лактата до пирувата) (Концевая и др., 2007). Индекс лактат/пируват имеет важное значение для характеристики углеводного обмена, поскольку является постоянной величиной при аэробном метаболизме углеводов. Недостаточное поступление кислорода, прежде всего, отображается на энергетическом метаболизме как клеток, так и организма в целом. Это приводит к снижению скорости высвобождения энергии и ее накопления в виде макроэргических соединений вследствие снижения количества электронных акцепторов в дыхательной цепи, что вызывает переход на другой путь поставки энергии (Berg et al., 2006). В аэробных условиях пируват поступает в матрикс митохондрий и привлекается в цикл трикарбоновых кислот. При гипоксических условиях, которые сопровождаются снижением поступления кислорода, пируват может восстанавливаться до лактата за счет НАДН⁺ (Berg et al., 2006). В свою очередь восстановленный пиридиннуклеотид соответственно окисляется до НАД⁺ с последующим использованием в клетке для синтеза АТФ. Кроме того, лактат, который образуется при анаэробных условиях, поступает в печень, где используется для синтеза гликогена. Итак, изменения соотношения лактат/пируват свидетельствуют о преобладании путей энергопродукции, связанных с изменениями функционального состояния организма (Berg et al., 2006).

Нами установлено, что показатель лактат/пирувата мышечной ткани радужной форели, дезинфицированной диоксидом хлора, был ниже на 15% ($p = 0,048$), чем в контрольной группе рыб. Очевидно, в мышечной ткани радужной форели, дезинфицированной диоксидом хлора, лактат активно используется как субстрат глюконеогенеза, где при участии ЛДГ окисляется в пируват, часть которого расходуется на возобновление запасов гликогена, а другая часть поступает в аэробный цикл Кребса.

Корреляционные связи между маркерами окислительного стресса и биохимическими показателями в мышечной ткани радужной форели, дезинфицированной диоксидом хлора, представлены в табл. 2.

Корреляции между активностью аминотрансфераз и ЛДГ указывают на преимущество протекания процессов анаэробного гликолиза. Взаимопревращения пирувата в L-аланин с участием АлАТ и высокая активность ЛДГ, которая восстанавливает пируват в лактат с использованием последнего в глюконеогенез, усиливают субстратные взаимосвязи для обновления энергетических запасов. Корреляционные связи между активностью аминотрансфераз и ЛДГ, а также между содержанием альдегидных и кетонных производных свидетельствуют о роли трансаминаз в перераспределении энергетических субстратов и участии в этих процессах окислительной модификации белков. Снижение интенсивности анаэробного энергообеспечения вызывает уменьшение активности АсАТ и ее участие в процессах трансмембранного переноса восстановительных потенциалов через митохондриальную мембрану и регенерации НАДН⁺, образованного в результате гликолиза. Поэтому дезинфекция радужной форели диоксидом хлора модифицирует процессы энергоснабжающих реакций на уровне дыхательной цепи митохондрий и позволяет, таким образом, эффективно использовать субстраты окисления углеводов и аккумулировать их в виде высокоэнергетических фосфатов в процессе окислительного фосфорилирования в матриксе митохондрий (Berg et al., 2006). Положительная корреляция между активностью ЛДГ и содержанием лактата указывает на утилизацию субстратов анаэробного гликолиза в мышечной ткани радужной форели, дезинфицированной диоксидом хлора.

Таблица 2. Корреляционные связи между маркерами окислительного стресса и биохимическими показателями в мышечной ткани радужной форели, дезинфицированной диоксидом хлора

Корреляционные связи	Коэффициент корреляции, R	Достоверность, p
Контрольная группа рыб		
ТБК-продукты–ОМБ ₃₇₀	0,809	0,003
ТБК-продукты–ОМБ ₄₃₀	0,773	0,005
ТБК-продукты–АлАТ	0,891	0,000
ТБК-продукты–АсАТ	0,836	0,001
ТБК-продукты–ЛДГ	0,845	0,001
ТБК-продукты–Пируват	0,845	0,001
ОМБ ₃₇₀ –ОМБ ₄₃₀	0,955	0,000
ОМБ ₃₇₀ –АлАТ	0,691	0,019
ОМБ ₃₇₀ –АсАТ	0,800	0,003
ОМБ ₃₇₀ –ЛДГ	0,709	0,015
ОМБ ₃₇₀ –Лактат	0,627	0,039
ОМБ ₃₇₀ –Пируват	0,855	0,001
ОМБ ₄₃₀ –АлАТ	0,700	0,016
ОМБ ₄₃₀ –АсАТ	0,800	0,003
ОМБ ₄₃₀ –ЛДГ	0,627	0,039
ОМБ ₄₃₀ –Лактат	0,645	0,032
ОМБ ₄₃₀ –Пируват	0,764	0,006
АлАТ–АсАТ	0,800	0,003
АлАТ–ЛДГ	0,764	0,006
АлАТ–Пируват	0,745	0,008
АсАТ–ЛДГ	0,773	0,005
АсАТ–Пируват	0,682	0,021
ЛДГ–Пируват	0,664	0,026
Дезинфекция диоксидом хлора		
ТБК-продукты–АлАТ	0,709	0,015
ТБК-продукты–АсАТ	0,827	0,002
ТБК-продукты–Пируват	0,655	0,029
ОМБ ₃₇₀ –ОМБ ₄₃₀	0,818	0,002
ОМБ ₃₇₀ –АсАТ	0,655	0,029
ОМБ ₃₇₀ –Пируват	0,709	0,015
АлАТ–АсАТ	0,864	0,001
АсАТ–Пируват	0,727	0,011
ЛДГ–Лактат	0,845	0,001

Таким образом, дезинфекция рыб диоксидом хлора не вызывает статистически существенных изменений в содержании маркеров ПОЛ и окислительной модификации белков в мышечной ткани радужной форели. Диоксид хлора вызвал уменьшение активности аспаратаминотрансферазы и лактатдегидрогеназы на фоне снижения содержания молочной кислоты. Дезинфекция радужной форели диоксидом хлора обеспечивается, очевидно, преимущественно аэробными механизмами энергообеспечения мышечной деятельности (существенно сниженная активность лактатдегидрогеназы и концентрация лактата и пирувата) и свидетельствует о наличии значительных резервов аэробного метаболизма. Механизмы, лежащие в основе разнонаправленных изменений в метаболизме, связаны с процессами мобилизации и утилизации основных энергетических субстратов и системами регуляции их поставки. Об этом свидетельствует проведенный нами корреляционный анализ полученных данных. Итак, профилактические купания радужной форели в растворе диоксида хлора (конечная концентрация 5 мг/л воды) можно использовать как безопасные дезинфицирующие мероприятия в аквакультуре лососевых рыб.

Литература

- Герасимов И.Г., Плаксина О.М.* Неферментативное определение лактата и пирувата в одной пробе крови // Лаб. диагностика. – 2000. – № 2. – С. 46-47.
- Камышников В.С.* Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике. – М.: МЕДпресс-информ, 2004.
- Концевая С.Ю., Дерхо М.А., Мансурова Л.Р.* Влияние лигфола на углеводный обмен у лошадей в условиях тренинга // Ветеринария. – 2007. – № 5. – С. 47-50.
- Носкова А.В.* Дезинфекция объектов животноводства препаратами "Бакцид" и "Алкамон НП". Канд. дис. 06.02.05. – Ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и ветеринарно-санитарная экспертиза. – М., 2010.
- Berg J.M., Tymoczko J.L., Stryer L.* Biochemistry. Published by W.H. Freeman. - 2006. - 1120 p.
- Davies K.J.* Degradation of oxidized proteins by the 20S proteasome. - Biochimie, 2001. - 83(3-4). – P. 301-310.
- Levine R.L.* Carbonyl modified proteins in cellular regulation, aging, and disease // Free Radic. Biol. Med. – 2002. - 32(9). – P. 790-796.
- Levine R.L., Garland D., Oliver C.N., Amic A., Climent I., Lenz A.G., Ahn B.W., Shaltiel S., Stadtman E.R.* Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins // Methods in Enzymology. – 1990. - 186: P. 464-478.
- Ngwenya N., Ncube E.J., Parsons J.* Recent advances in drinking water disinfection: successes and challenges // Rev. Environ. Contam. Toxicol. – 2013. – 222. – P. 111-170.
- Radak Z., Young Chung H., Goto S.* Systematic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise // Free Radical Biology & Medicine. – 2008. – 44 – P. 153-159.
- Squier T.C.* Oxidative stress and protein aggregation during biological aging. // Exp. Gerontol. – 2001. - 36(9). – P. 1539-1550.
- Stadtman E.R.* Role of oxidized amino acids in protein breakdown and stability // Methods Enzymol. – 1995. – 258. – P. 379-393.

Valavanidis A., Vlahogianni T., Dassenakis M., Scoullou M. Molecular biomarkers of oxidative stress in aquatic organisms in relation to toxic environmental pollutants // *Ecotoxicol. Environ. Saf.* – 2006. - 64(2). – P. 178-189.

von Gunten U. Ozonation of drinking water: part II. Disinfection and by-product formation in presence of bromide, iodide or chlorine // *Water Res.* – 2003. - 37(7). – P. 1469-1487.

Yu C.H., Huang T.C., Chung C.C., Huang H.H., Chen H.H. Application of highly purified electrolyzed chlorine dioxide for tilapia fillet disinfection // *Scientific World Journal.* – 2014.

Zar J.H. Biostatistical Analysis, 4th ed.. - Prentice Hall Inc., New Jersey, 1999.

BIOCHEMICAL INDICES IN THE MUSCLE TISSUE OF RAINBOW TROUT (*ONCORHYNCHUS MYKISS* WALBAUM) DISINFECTED BY CHLORINE DIOXIDE

H. Tkachenko¹, J. Grudniewska²

¹Department of Zoology and Animal Physiology, Institute of Biology and Environmental Protection, Pomeranian University in Slupsk, Poland
Arciszewski Str. 22B, 76-200, Slupsk, Poland, tkachenko@apsl.edu.pl, biology.apsl@gmail.com

²Department of Salmonid Research, Stanislaw Sakowicz Inland Fisheries Institute, 83-330, Żukowo, Poland, jgrudniewska@infish.com.pl

The goal of this study was to evaluate the disinfecting effect of chlorine dioxide on the content of oxidative stress biomarkers (malonicdialdehyde, aldehydic and ketonic derivatives of oxidative modification of proteins) and the biochemical parameters (alanine and aspartate aminotransferases, lactate dehydrogenase activities, lactate and pyruvate levels) in the muscle tissue of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) after prophylactic disinfection. Chlorine dioxide has caused a non-significant alterations in the content of lipid peroxidation markers and oxidative modification of proteins in the muscle tissue of rainbow trout. Chlorine dioxide has caused a decrease in the activity of aspartate aminotransferase and lactate dehydrogenase due to lower content of lactic acid. Disinfection of rainbow trout by chlorine dioxide is provided mainly by aerobic energy mechanisms of muscle activity (significantly decreased lactate dehydrogenase activity and the concentration of lactate and pyruvate) and indicate the presence of significant reserves aerobic metabolism.

СОДЕРЖАНИЕ

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ РТУТИ В ЗООПЛАНКТОНЕ И МОЛОДИ РЫБ В РАЗНОТИПНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.Ю. Тропин

Вологодское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Вологда, nikolay-tropin1@yandex.ru

Антропогенное загрязнение водных объектов тяжелыми металлами происходит в значительной степени за счет их атмосферного переноса на большие расстояния от источников эмиссии. К числу таких веществ относится и ртуть, которая обладает высокой миграционной активностью, обеспечивающей ей глобальный характер распространения (Трахтенберг, Коршун, 1988). В водной среде под воздействием совокупности микробиологических, физических и химических факторов ртуть переходит в токсичные метилированные соединения, которые интенсивно накапливаются гидробионтами. Это приводит к более эффективному переносу токсиканта по водной трофической цепи по сравнению с прямым поглощением металла гидробионтами из воды и донных отложений.

Известно, что ртутные соединения, несмотря на низкое содержание их в водной среде, концентрируются в планктонных организмах, которые могут служить адекватными индикаторами загрязнения водных объектов. При этом основными факторами, влияющими на распределение ртути в абиотических и биотических компонентах водных объектов, являются как антропогенная нагрузка, так и их природные особенности, что подтверждается исследованиями крупных мелководных озер Вологодской области: Белое, Кубенское и Воже (Борисов и др., 2006; Борисов, 2006; Тропин, 2014). Поэтому изучение накопления ртути в гидробионтах, обитающих в разных типах водных объектов, позволяет выявить специфику этого процесса, что представляется весьма актуальным. Кроме того, исследование накопления ртути в зоопланктоне, помимо выявления его биоиндикационных возможностей, позволяет проследить процесс миграции токсиканта по трофическим уровням. Это возможно при изучении биоаккумуляции ртути в планктофагах, к которым относятся не только многочисленные виды мирных рыб, но и молодь хищников. Поэтому исследование накопления ртути в трофической цепи «зоопланктон-молодь рыб» представляется весьма актуальным.

В 2014 г. в ходе выполнения научно-исследовательского проекта в рамках освоения образовательной программы «Изучение особенностей накопления и миграции ртути на разных трофических уровнях водных экосистем Нижегородской области» проводилась работа по исследованию накопления ртути в гидробионтах разнотипных водных объектов на территории региона (рис. 1). Выбор объектов изучения определялся с учетом как уровня антропогенной нагрузки, так и типологии водных экосистем. В качестве водных объектов, трансформированных сильным антропогенным воздействием, были выбраны объекты города Н.Новгорода, которые отличались по степени загрязнения и проточности.



Рисунок 1. Точки сбора проб зоопланктона и молоди рыб. Цифрами на карте обозначены:

1 – участок р. Керженец на границе с Керженским биосферным заповедником;

2 – малые водотоки г. Нижний Новгород;

3 – водотоки и водоемы Пустынского заказника

К наиболее загрязненным городским водотокам относятся Шуваловский канал и р. Ржавка, а р. Черная имеет средний уровень загрязнения, особенно в верхнем течении. Шуваловский канал представляет собой систему озёр, соединенных между собой протоками шириной 10–15 м и глубиной 0,4–0,9 м (Гелашвили и др., 2005). При этом общесанитарные характеристики воды свидетельствуют о достаточно высокой степени загрязнения этого водотока. Река Черная является правым притоком р. Оки, а ее общая длина составляет 19 км. По комплексу контролируемых показателей вода реки соответствует VII классу качества. Река Ржавка является левым притоком р. Оки, и ее длина равна 10 км.

В качестве фоновых были выбраны водные экосистемы особо охраняемых природных территорий: Пустынского заказника и р. Керженец на границе с Керженским биосферным заповедником. Участок р. Керженец расположен в наименее загрязненном Борском районе Нижегородской области и по гидрохимическим показателям характеризуется как относительно чистый. В пределах

Пустынского заказника для изучения закономерностей миграции и накопления ртути в зоопланктоне и молоди рыб была выбрана озерно-речная система р. Сereжи с озерами Святое и Великое, а также протокой между ними.

Сбор проб зоопланктона и молоди рыб проводился в летний период 2014 г. на 8 водных объектах Нижнего Новгорода (реки Черная, Ржавка и Шуваловский канал), а также на р. Керженец на границе с Керженским биосферным заповедником и на водных объектах Пустынского заказника. Зоопланктон отбирали с помощью сети Джели диаметром 18 см, располагая ее против течения – в водотоках, а в озерах – проливанием большого объема воды (70-100 л) до формирования концентрированной пробы. В камеральных условиях осуществлялись отстаивание, промывание и высушивание. Всего было собрано и обработано 12 проб зоопланктона. Отлов молоди рыб проводился в местах отбора зоопланктонных проб с использованием ихтиологической ловушки, а также водного сачка. Пойманная рыба замораживалась, а в камеральных условиях определялись ее видовая принадлежность, длина и масса тела по общепринятым методикам (Правдин, 1966; Коблицкая, 1981). Содержание ртути в зоопланктоне и в тканях рыб устанавливали методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии с использованием КВАНТ-2А с приставкой ГРГ-107 в (Кузубова, 1989).

Приведенные результаты исследований содержания ртути в зоопланктоне в целом показали достаточно заметный уровень ртутного загрязнения водных экосистем Нижегородской области. Выявлено, что в зоопланктоне водных объектов, подверженных разной антропогенной нагрузке (от городских территорий до ООПТ), содержание ртути сильно варьировало - от 0,00115 до 0,109 мг/кг. При этом концентрация токсиканта в молоди рыб в водных объектах рассматриваемой территории была невысокой и меньше значения санитарно-гигиенических норм, установленных для мирных видов рыб (0,3 мг/кг). Так, в молоди шести видов рыб (мирные и хищные) в водных объектах с разной антропогенной нагрузкой (от городских территорий до ООПТ) содержание ртути колебалось от 0,005 до 0,06 мг/кг.

Сравнение средних величин накопления ртути в планктоне водных объектов г. Н. Новгорода с показателями ее содержания в зоопланктоне фоновых водных объектов (ООПТ) выявило закономерное уменьшение показателей на урбанизированных и особо охраняемых территориях. Это соответствует экспериментальным работам, в которых установлено, что гидробионты накапливают ртуть в прямо пропорциональной зависимости от ее содержания в воде (Гремячих, 2007). В среднем концентрация ртути в зоопланктоне водных объектов Нижнего Новгорода была равна 0,029 мг/кг, что выше в 7,4 раза подобных показателей на особо охраняемых территориях – 0,0039 мг/кг (рис. 2, А). Следует отметить, что наличие ртути в зоопланктоне водных объектов ООПТ, удаленных от промышленных центров, косвенно свидетельствует об аэротехногенном переносе, зависящем от нахождения территории в зоне преобладающих ветров.

Исследование содержания ртути в молоди рыб показало более интенсивное накопление токсиканта в водных объектах охраняемых территорий (рис. 2, Б). Так, содержание ртути в молоди рыб городских водотоков (Н. Новгород) составляло 0,005 мг/кг, что почти в 4 раза ниже средних показателей в Пустынском заказнике и Керженском биосферном заповеднике – 0,0136 мг/кг.

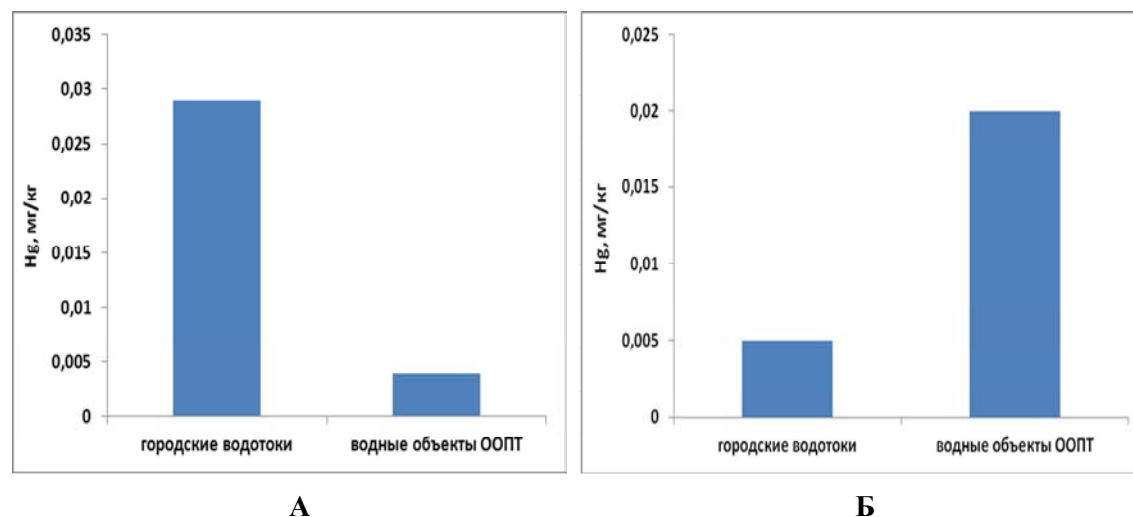


Рисунок 2. Накопление ртути (мг/кг) в зоопланктоне (А) и молоди рыб (Б) в городских водотоках и водных объектах ООПТ Нижегородской области

Результаты исследования водных объектов разных типов фоновой территории (ООПТ «Пустынский заказник») показали, что на миграцию ртути влияют природные особенности водной экосистемы. Это связано, прежде всего, с водообменом, от которого зависит вынос ртути. Поэтому в р. Суре содержание ртути в зоопланктоне было 0,00127 мг/кг, что почти в 9 раз меньше, чем среднее значение по озерам (0,0113 мг/кг).

Обнаруженное в озерах большее, чем в реке, содержание ртути отражает закономерное влияние их замедленного водообмена на аккумуляцию токсиканта. Зависимость миграции элементов от морфометрических особенностей водоемов наглядно показывает сравнение содержания ртути в зоопланктоне озер Святого и Великого. Так, наибольшая концентрация токсиканта отмечена в оз. Святом (0,0133 мг/кг), которое по площади в 2 раза меньше оз. Великого и является практически бессточным водоемом. Кроме того, дополнительное количество ртути может поступать с водами протоки, которая впадает в оз. Святое.

Выявленное в озерах большее, чем в реке, содержание ртути в рыбах отражает аккумулятивный характер миграции ртути в связи с замедленным водообменом. Кроме того, на содержание ртути в рыбах оказывают косвенное влияние и морфометрические особенности озер, связанные с площадью и проточностью. Так, наибольшая концентрация ртути в рыбе отмечена в бессточном оз. Святом (0,028 мг/кг). Как и для зоопланктона, обстоятельством, способствующим увеличению содержания ртути в озерной экосистеме, является ее дополнительное поступление с водами протоки, которая впадает в оз. Святое. Хотя ртуть и отсутствовала в зоопланктоне данной протоки, но она была обнаружена в молоди рыб в количестве 0,005-0,008 мг/кг. По сравнению с оз. Святым в проточном оз. Великом, через которое протекает р. Суре, содержание ртути в рыбе в 1,5 раза меньше и составляет 0,018 мг/кг. Сравнительный анализ содержания ртути в зоопланктоне и молоди рыб позволил выявить закономерное увеличение накопления

токсиканта по трофической цепи. Так, уровень содержания ртути в рыбах превышал таковой в зоопланктоне в р. Сереже в 12 раз, а в озерах Святое и Великое - соответственно в 2,3 и в 2,5 раза.

Значительная протяженность р. Сережи и разная освоенность водосбора обуславливают различие условий обитания рыб, включая и разный уровень токсификации. На участке, подверженном антропогенной нагрузке, на освоенном водосборе отмечена более высокая концентрация ртути в рыбе – 0,026 мг/кг. На нижележащем участке реки, где скорость течения повышалась, содержание ртути в рыбе снижалось до 0,016 мг/кг. Это доказывает вклад р. Сережи в миграцию ртути в оз. Великое, а через протоку и в оз. Святое, что способствует увеличению содержания ртути в рыбах, обитающих в обоих озерах. Несмотря на отсутствие ртути в зоопланктоне протоки, она была обнаружена в рыбах в количестве 0,005-0,008 мг/кг, что свидетельствует о больших аккумулятивных способностях рыб, находящихся на более высоком трофическом уровне. По сравнению с оз. Святым в проточном оз. Великом, через которое протекает р. Сережа, содержание ртути в зоопланктоне в 1,4 раза меньше и составляет 0,0093 мг/кг.

Результаты исследования водных объектов разных типов фоновой территории (р. Керженец и Пустынский заказник) показали, что содержание ртути в рыбах в р. Керженец (0,005 мг/кг) в 4 раза меньше ее концентрации в водных объектах Пустынского заказника (0,019 мг/кг). Низкие концентрации токсиканта в рыбе р. Керженец свидетельствуют о незначительном уровне ртутного загрязнения территории, примыкающей к Керженскому заповеднику, что подтверждается отсутствием ртути в зоопланктоне водотока.

Проведенное исследование р. Сережи показало наличие ртути в зоопланктоне (0,00127 мг/кг) на участке, который подвержен антропогенной нагрузке (около автомобильного моста), на освоенном водосборе. На нижележащем участке водотока с более высокой скоростью течения ртуть в зоопланктоне не обнаружена, но в рыбах она зафиксирована, хотя и в меньшем количестве (0,016 мг/кг), чем на вышележащем участке (0,024 мг/кг). Это доказывает вклад р. Сережи в миграцию ртути в оз. Великое, что соответственно способствует увеличению содержания ртути в озерном зоопланктоне по сравнению с речным.

Сравнительный анализ содержания ртути в зоопланктоне в особо охраняемых природных территориях (р. Керженец и Пустынский заказник) и в водных объектах Нижнего Новгорода позволил выявить следующие закономерности. Так, наиболее высокими концентрациями ртути (0,029 мг/кг) характеризовались антропогенно измененные малые реки Нижнего Новгорода (реки Ржавка, Черная и Шуваловский канал). Для водных объектов ООПТ характерны низкие показатели содержания ртути в зоопланктоне (0,0039 мг/кг). Выявленное отличие обусловлено высоким уровнем загрязнения городских водотоков промышленными и бытовыми стоками.

При сравнении концентрации ртути в зоопланктоне р. Керженец и водных объектов Пустынского заказника было установлено, что в р. Керженец ртуть полностью отсутствует. Исследованный участок реки располагается на границе с Керженским биосферным заповедником, который удален от крупных источников ртутного и иного загрязнения, а заповедный режим территории предотвращает поступление в реку бытовых и хозяйственных стоков. Водоемы и водотоки Пустынского заказника характеризуются большим накоплением токсиканта в планктоне. Так, наиболее высокая концентрация Hg регистрировалась в оз. Святом (0,0133 мг/кг), а наименьшая - в р. Сереже (0,00127 мг/кг).

Сравнительное исследование накопления ртути в озерах и реках показало заметное различие в содержании токсиканта в зоопланктоне. В стоячих водоемах формируются благоприятные условия для аккумуляции и последующего депонирования в донных отложениях поллютантов, в отличие от водотоков, где благодаря течению данные процессы происходят медленнее. Так, в среднем в озерах содержалось 0,0113 мг/кг ртути, а в р. Сереже – 0,00127. На содержание ртути влияют природные особенности водной экосистемы. В первую очередь это связано с водообменом, от которого зависит вынос ртути. Поэтому в р. Сереже концентрация ртути в рыбе была равной 0,0153 мг/кг, что в 1,5 раза меньше, чем среднее значение по озерам – 0,023 мг/кг.

Обнаруженная более высокая степень аккумуляции ртути молодью рыб в водных объектах ООПТ, а также меньшее и практически одинаковое ее содержание в рыбах, обитающих в городских водотоках, возможно, связаны с видоспецифичностью исследованных рыб. Установлено, что по биоаккумулятивной способности в отношении ртути виды рыб можно ранжировать в следующий ряд по убывающей: окунь>плотва>голавль>лещ>уклейка>краснопёрка>ротан.

Исследование содержания ртути в зоопланктоне водотоков урбанизированной территории дало возможность установить зависимость ее накопления в зоопланктоне от степени антропогенной трансформации и подтвердить влияние скорости течения, наряду с аккумулятивными явлениями в устьевых и подпруженных участках, на этот процесс. В целом происходит закономерное увеличение содержания ртути в зоопланктостое городских водотоков (в среднем – 0,034 мг/кг) в 28 раз по сравнению с речным зоопланктоном в пределах ООПТ (0,00127 мг/кг). Если учитывать максимальные значения, то накопление ртути в зоопланктоне на урбанизированной территории превышает таковые для реки на охраняемой территории в 86 раз (рис. 3).

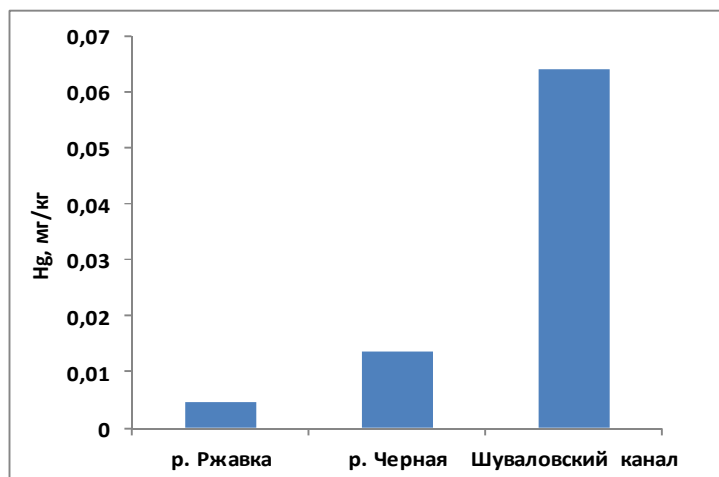


Рисунок 3. Средние показатели содержания ртути в зоопланктоне (мг/кг) в разных городских водотоках

Необходимо отметить выраженное влияние на процесс накопления ртути в зоопланктоне городских водотоков их антропогенной трансформации. Так, речка Ржавка в пределах города практически перестала быть естественным притоком и большей своей частью протекает в трубах, куда поступают ливневые стоки. В подпруженном участке водотока содержание ртути в зоопланктоне составляло 0,0047 мг/кг. В отличие от речки Ржавки р. Черная имеет большую протяженность с антропогенно измененным водосбором и с более высокой скоростью течения. Была прослежена динамика изменения концентрации ртути в планктостое: от верхнего – к среднему течению и до устья реки. Следует отметить, что в верховьях р. Черной ртуть в зоопланктоне отсутствовала, затем появлялась в незначительных количествах (0,00115 мг/кг) в среднем течении и возрастала в 35 раз в устьевом участке до 0,04 мг/кг.

Наибольшими показателями накопления ртути в зоопланктоне характеризовался Шуваловский канал по сравнению с реками Ржавка и Черная (см. рис. 3). Шуваловский канал можно отнести к преобразованным водным объектам, представляющим собой систему проток с замедленным водообменом, что способствует аккумулятивным процессам в миграции поступающих элементов, включая ртуть. Тем не менее сравнение содержания ртути в зоопланктоне в протоке среднего участка с устьевой зафиксировало его увеличение с 0,02 до 0,109 мг/кг, т. е. в 5,5 раза.

Таким образом, исследования водных объектов Нижегородской области показали, что наибольшее содержание ртути отмечается в зоопланктоне городских водотоков с максимальными значениями в устьевых участках, что проиллюстрировало зависимость этого процесса от аккумулятивных явлений. Последнее имеет значимость и для водных экосистем фоновой территории (ООПТ), где отмечалось повышение содержания ртути по сравнению с реками в зоопланктоне озер, особенно в условиях низкого водообмена. В то же время изучение и сравнение содержания ртути в мышечной ткани молоди рыб в разнотипных водных объектах Нижегородской области позволили выявить ряд факторов, влияющих на данные показатели. К ним относятся видоспецифичность аккумуляции ртути, которая наиболее выражена у окуня и плотвы, а также увеличение массы рыб с возрастом, что приводит к накоплению токсикантов. Среди абиотических факторов, способствующих накоплению ртути в рыбах, следует выделить уменьшение проточности, что характерно и для показателей накопления ртути в зоопланктоне. Выявленное повышенное, по сравнению с городскими водотоками, содержание ртути у рыб, обитающих в водных объектах ООПТ, объясняется отличием исследованного набора видов, имеющих другой размерно-видовой состав. Без учета этих особенностей показатели минимальной концентрации ртути в мышечной ткани молоди рыб в ООПТ сравнимы с городскими водотоками, за исключением р. Сereжи. Возможной причиной большего, чем на урбанизированной территории, содержания ртути в водных объектах исследованных ООПТ служит ее поступление с водосбора через поверхностный сток и через аэротехногенный перенос.

Автор выражает благодарность Фонду конкурсной поддержки студентов, аспирантов и молодых научно-педагогических работников ННГУ им. Н.И. Лобачевского за всестороннюю помощь и поддержку в организации и проведении исследования.

Литература

Борисов М.Я. Особенности функционирования системы «водосбор-озеро Воже» и ее влияние на рыбное население. Автореф. канд. дис. – Петрозаводск, 2006. – 27 с.

Борисов М.Я., Коновалов А.Ф., Тропин Н.Ю. Современное состояние популяции речного окуня (*Perca fluviatilis* L.) в условиях токсификации озера Воже // IX съезд Гидробиол. об-ва РАН / Тез. докл. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2006. – С. 53.

Гелаишвили Д.Б., Охалкин А.Г., Доронина А.И., Колкутин В.И., Иванов Е.Ф. Экологическое состояние водных объектов Нижнего Новгорода. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2005. – 414 с.

Гремячих В.А. Закономерности накопления ртути и биологические последствия действия ее сублетальных доз для гидробионтов. Автореф. канд. дис. – Борок, 2007. – 22 с.

Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 202 с.

Кузубова Л.И. Отбор и подготовка проб при определении ртути и ряда тяжелых металлов в природных объектах // Поведение ртути и других тяжелых металлов в экосистемах. Ч. I. – Новосибирск, 1989. – С. 6-42.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М., 1966. – 376 с.

Трахтенберг И.М., Коришун М.Н. Ртуть и ее соединения // Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I–IV групп. – Л.: Химия, 1988. – С. 170–188.

Тропин Н.Ю. Накопление ртути в мышечной ткани окуня Кубенского озера // Молодые исследователи – регионам / Материалы Междунар. науч. конф. – Вологда: ВоГУ, 2014. – Т. 2. – С. 112-114.

ESPECIALLY THE ACCUMULATION OF MERCURY IN ZOOPLANKTON AND JUVENILE FISH IN TYPES DIFFERENT WATER BODIES OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION

N.Y. Tropin

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Vologda, nikolay-tropin1@yandex.ru

The article examines the features of accumulation of mercury in the zooplankton and in the juvenile fish in different types water bodies of urban and of Protected Areas of the Nizhny Novgorod region. Revealed variability in pollutant accumulation in aquatic organisms in conditions of complex biotic and abiotic factors.

СОДЕРЖАНИЕ

**ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ПРЕСНОВОДНОГО ЛОСОСЯ (*SALMO SALAR* L.)
В РЕКЕ ШУЯ (БАССЕЙН ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА)**

И.А. Тыркин¹, И.Л. Щуров², В.А. Широков²

¹Карельское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Петрозаводск, igor7895@yandex.ru

²Северный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства ПетрГУ, Петрозаводск, shurov@research.karelia.ru

Общая площадь НВУ р. Шуя с притоком Сяпся равна 132,6 га, при этом площади нерестилищ составляют 30%. Численность молоди лосося в конце 90-х гг. прошлого века была низкой, после рекультивации она увеличилась, наибольшие плотности расселения отмечены на Виданском пороге, которые в 2010 г. составили 45 экз./100 м². В целом с 2000 по 2010 г. был благоприятным для естественного воспроизводства лосося. В этот период средняя численность была около 30 экз./100 м². С 2011 г. отмечено снижение численности молоди, в среднем она снизилась на треть по сравнению с предыдущим периодом и составила около 20 экз./100 м².

В Карелии сосредоточена значительная часть естественных популяций пресноводной формы атлантического лосося (*Salmo salar* L.), численность которой в последние десятилетия имеет тенденцию к снижению. Впрочем, на северо-западе России с конца 1980-х гг. в депрессивном состоянии находятся запасы лосося таких крупных рек, как Печора, Мезень, Онега, Северная Двина, а также популяции многих лососевых рек Карелии и Кольского п-ова (Смирнов, 1979; Атлантический лосось, 1998; Зубченко, 2006; Мартынов, 2007; Павлов и др., 2007). К ним же следует отнести водную систему р. Шуи, первую по значимости лососевую реку Карелии.

В настоящее время воспроизводство лосося в бассейне Онежского озера осуществляется в 9 притоках, таких как Шуя, Суна, Лижма, Кумса, Немина, Пяльма, Водла, Андома, Мегра. В сравнении с началом прошлого века количество рек сократилось в два раза. К середине 90-х гг. прошлого века популяция пресноводного лосося в озере существенно сократилась, в основном из-за производимого лесосплава (реки Шуя, Суна), неправильной эксплуатации и неконтролируемого вылова (Смирнов, 1971; Рыжков, Костылев, 1984; Биоресурсы Онежского озера, 2008; Тыркин и др., 2011).

Наибольшую ценность для промысла в Онежском озере представляет пресноводный лосось (Смирнов, 1971; Рыжков, Костылев, 1984), который являлся объектом промышленного лова до 1993 г. (Валетов и др., 1995). Уловы кумжи были незначительны и нередко учитывались вместе с лососем (Китаев и др., 2005). В дальнейшем промысел был запрещен в связи с катастрофическим снижением запасов. В результате лосось был занесён в Красную книгу Карелии (1995) и России (2001) по второй категории (сокращающиеся в численности). После прекращения промышленного лова и начала мероприятий по искусственному воспроизводству, благодаря которым в Шую ежегодно выпускалось до 150 тыс. двухгодовиков лосося, численность в озере должна была восстановиться.

Это позволило добиться в 2004 г. исключения шуйского стада лосося из Красной книги РФ с целью использования его для нужд любительского и спортивного рыболовства.

В результате недостаточной охраны нелегальный вылов достиг существенных масштабов на фоне снижения выпусков заводской молоди в р. Шую, что привело вновь к снижению запасов. Поскольку нерестовое стадо лосося состоит на 60-80% из особей заводского происхождения, то сейчас о целесообразности промышленного лова лосося в озере говорить не приходится, а экономически оправдан только спортивный (лицензионный) лов.

Целью работы является исследование естественного воспроизводства лосося в озёрно-речной системе р. Шуи.

Материал и методы

Начиная с 2005 по 2015 г. нами ежегодно проводятся контрольные обловы на трёх порогах: Нижнебесовецком, Бесовецком и Виданском. На последнем обловы проводились в верхнем, среднем и нижнем участках порога на постоянных площадках. Молодь отлавливалась электроловом «ФА-3» (Норвегия) по стандартной методике (Karlstrom, 1976) и двумя сачками с диаметром входного отверстия 0,5 м, длиной кута 0,5 м и шагом ячеи 4 мм. Станции облова облавливались три раза для максимального изъятия рыб. В процессе облова молодь собиралась в ёмкость с водой объёмом 10 л. После облова производился подсчёт общего числа рыб для каждого вида, пойманных на облавливаемом участке реки. Возраст определяли по чешуе (Мартынов, 1987). В дальнейшем молодь выпускалась живой на месте вылова.

Результаты исследования и обсуждение

Река Шуя. Бассейн реки расположен на западном побережье Онежского озера. Истоком реки является безымянное озеро с площадью водосбора 4,02 км², с абсолютной высотой 195 м, а впадает в Логмозеро, которое небольшой протокой соединено с Петрозаводской губой Онежского озера. Протяженность реки - 194 км, средний уклон -0,53⁰/₀₀, коэффициент озёрности - 10,3%, заболоченность - 18%, модуль стока - 9,4 л/с км², падение - 163 м, площадь водосбора - 10100 км² (Ресурсы поверхностных вод СССР, 1972; Каталог озер и рек Карелии, 2001). Река является типичной озёрно-речной системой (бассейн изобилует озёрами), протекает через четыре крупных озера: Салонъярви, Суоярви, Шотозеро, Вагатозеро - и относится к крупным притокам Онежского озера. На реке построена плотина ГЭС «Игнойла» (около д. Игнойла) в 1937 г. До этого времени лосось мог подниматься в верхнюю часть бассейна реки на нерестово-выростные участки (НВУ). Створ ГЭС расположен в 130,5 км от устья. После постройки ГЭС рыбохозяйственное значение верхней части бассейна р. Шуи, включая основное русло и наиболее крупные притоки первого порядка, было утрачено.

Нерестово-выростные участки реки. Для лосося они обычно совпадают с порожистыми участками реки, лососем используется 8 (рис. 1). Наиболее порожистые участки реки сосредоточены между 20 и 26 км, 37 и 41, 57 и 62, 48 и 80 км. Общая площадь НВУ р. Шуи на участке от плотины Игнойльской ГЭС до устья составляет 126,2 га, из них площадь нерестовых участков (НУ) – 39,39 га. Пороги имеют разную репродуктивную ценность – наибольшей обладают два из них: Виданский и Бесовецкий, которые в сумме составляют 42% общего фонда НВУ и 68% НУ реки.

Река Сяпся. Является крупнейшим притоком р. Шуи. Истоком ее служит оз. Сямозеро, а впадает она в оз. Вагатозеро. Протекает местами по заболоченной местности. Протяженность реки - 36 км, коэффициент озёрности - 20,4%, падение - 17 м, площадь водосбора - 1810 км² (Ресурсы поверхностных вод СССР, 1972; Каталог озёр и рек Карелии, 2001). На реке имеется 9 порогов и перекатов (рис. 2). Общая площадь НВУ р. Сяпся составляет около 4,4 га.

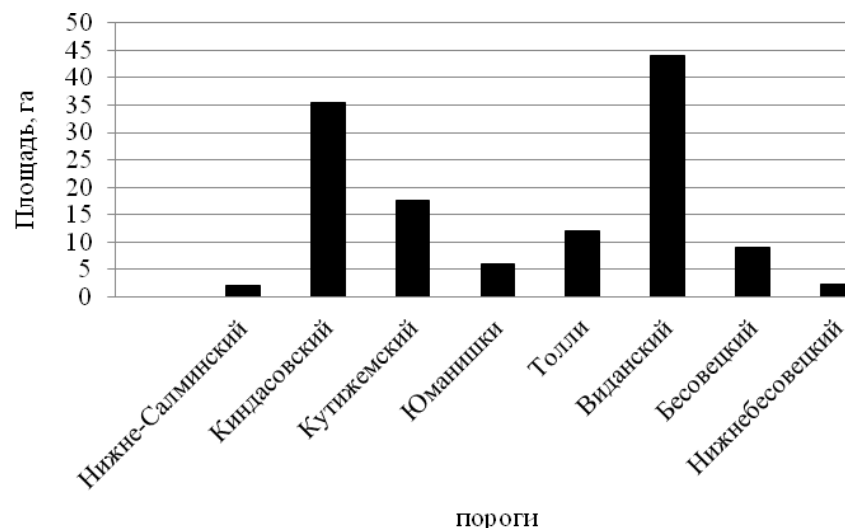


Рисунок 1. Площадь НВУ р. Шуи

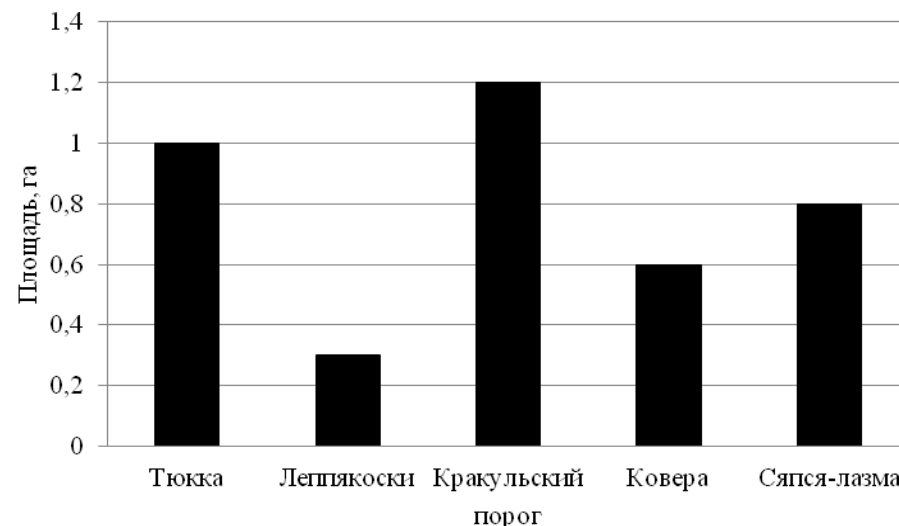


Рисунок 2. Площадь НВУ р. Сяпся

В 80-е гг. прошлого века пороги и перекаты р. Сяпся утратили функцию нерестилищ лосося (Щуров и др., 2008). Причина заключалась в том, что лесосплав, сельскохозяйственная и лесная мелиорация изменили гидрологию порогов. В результате пороги стали не пригодны для нереста и малопригодны для обитания молоди лосося. В конце 90-х и начале 2000-х гг. была проведена рекультивация порогов.

Таким образом, общий фонд НВУ лосося с притоками составляет 132,6 га, из них НУ – около 40,2 га, что составляет около 60% от общего фонда НВУ в бассейне Онежского озера.

Естественное воспроизводство. В р. Шуе до первой половины 90-х гг. 20 века уровень естественного воспроизводства был низким, на Виданском и Верхнебесовецком порогах плотности расселения молоди лосося составляли около 5 экз./100 м², что является низким показателем по сравнению с началом 2000-х гг. Причиной являлся лесосплав, который нанёс существенный урон ихтиофауне реки. После прекращения лесосплава культивационные работы в русле реки не были выполнены в должном объёме. В 1990-х гг. НВУ лосося постепенно были рекультивированы и производились выпуски заводской молоди, что привело в 1999 г. к существенному

повышению численности молоди на обследуемых порогах, плотности расселения составили более 40 экз./100 м² на Нижне-бесовецком пороге, на других порогах существенно ниже (рис. 3). В последующий период до 2005 г. наибольшие плотности были отмечены для Нижнебесовецкого порога - более 20 экз./100 м², а для Верхнебесовецкого - 5 экз./100 м² и ниже. В период 2005-2010 гг. условия для нереста производителей были благоприятными, что положительно отразилось на уровне естественного воспроизводства молоди лосося, плотности расселения составили более 30 экз./100 м², что является неплохим показателем, хотя и ниже потенциально возможных. Например, в описываемый период показатели численности молоди в других притоках бассейна Онежского озера были более высокими в реках: Лижма – 38-78 экз./100 м², Кумса – 49,5, Пяльма – 39,4 экз./100 м². Обловы, выполненные на НВУ р. Шуи в 2011 г., показали снижение численности молоди лосося. Отрицательная тенденция продолжилась и в последующие годы. Так, численность молоди лосося (особенно сеголетков) на всех обследованных НВУ Шуи к 2012 г. снизилась более чем в 2 раза. В 2013 г. численность сеголетков на обследованных порогах возросла, но при этом только в верховьях Виданского порога отмечена возрастная группа 2+, а на Бесовецких порогах обнаружены только сеголетки. Обследования 2014 г. показали увеличение численности молоди в реке, но по-прежнему на Нижнебесовецком пороге отмечены только сеголетки, а на Верхнебесовецком отсутствовали трёхлетки. В 2015 г. численность сеголетков возросла вдвое по сравнению с предыдущим годом, но для молоди в возрасте 1+ и старше плотности расселения снизились в 2-3 раза.

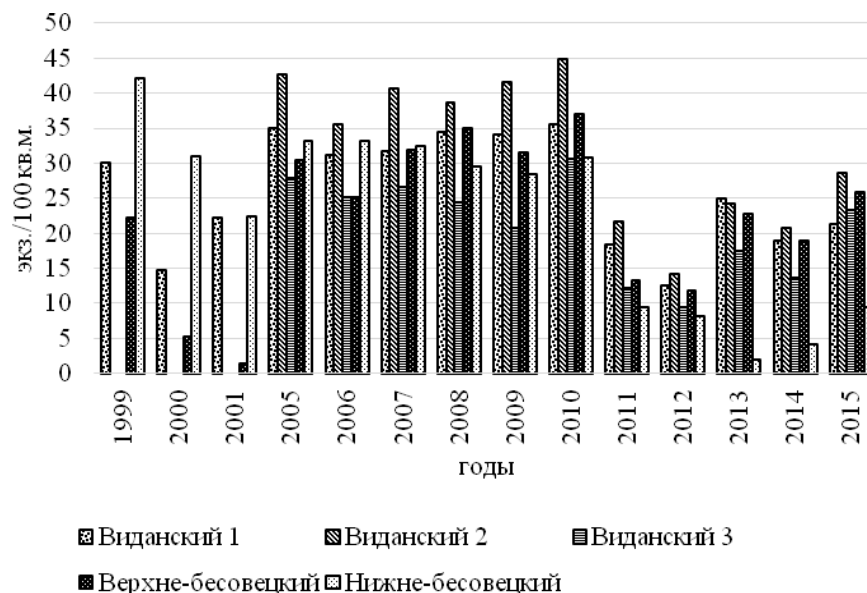


Рисунок 3. Плотности расселения молоди лосося на основных порогах р. Шуи в 1999-2015 гг., экз./100 м²

На р. Сяпся, по данным И.Л. Щурова с соавторами (2008), в 80-е гг. прошлого века пороги реки утратили функцию нерестилищ лосося. В реке производился лесосплав, для чего пороги были изменены соответствующим образом. На территории водосбора проводилась сельскохозяйственная и лесная мелиорация, что привело к ухудшению качества вод. В результате пороги стали почти не пригодны для нереста производителей и малопригодны для обитания молоди лосося. В течение последних 20 лет была проведена рекультивация порогов. В настоящее время ситуация несколько улучшилась, но обследования Кракульского порога реки в 2015 г. показали полное отсутствие молоди лосося (рис. 4).

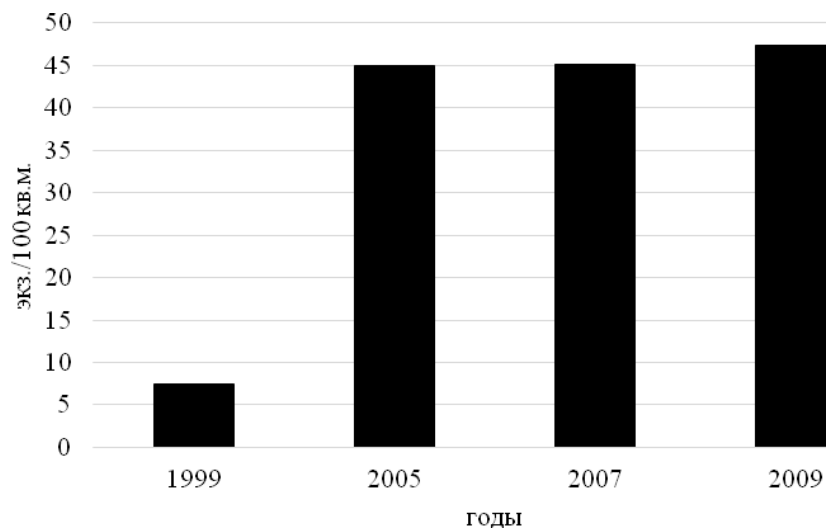


Рисунок 4. Плотность расселения молоди лосося на Кракульском пороге р. Сяпся

Причиной являлось отсутствие нереста в 2014 г. Препятствий для подъёма производителей на нерестилища Кракульского порога нами не обнаружены, порог в хорошем состоянии. Сяпся впадает в оз. Вагатозеро на расстоянии около 80 км от устья. Путь миграции протяжённый, производители могли быть изъяты как в р. Шуге, так и в оз. Вагатозеро. Охрана миграционных путей лосося недостаточна.

Заключение

В настоящее время численность нерестового стада р. Шуи ниже потенциально возможной. Об этом свидетельствуют плотности расселения молоди лосося на НВУ Шуи. Период с 2000 по 2010 г. был благоприятным для нереста производителей и обитания молоди лосося. Средние плотности расселения составили около 30 экз./100 м². Начиная с 2011 г. наблюдается тенденция к снижению плотностей расселения молоди на НВУ, особенно сеголетков, что связано с численностью производителей, поднимающихся на нерестилища. В 2013 и 2015 гг. отмечено небольшое увеличение численности молоди, в основном сеголетков. Следует отметить, что молодь в возрасте 1+ и старше отсутствовала на двух нижних порогах в 2013 г., а в 2014 г. - на одном. Средняя плотность расселения снизилась на треть по сравнению с периодом 2000-2010 гг. и составила около 20 экз./100 м². Естественное воспроизводство на протяжении последних пяти лет было нестабильным. Причиной является недостаток производителей на НВУ, участвующих в нересте. Выполненные работы по рекультивации НВУ лосося рек Шуи и Сяпсы сказались положительным образом на естественном воспроизводстве лосося.

Литература

- Атлантический лосось. – СПб.: Наука, 1998. – 575 с.
- Биоресурсы Онежского озера. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2008. – 272 с.
- Валетов В.А., Веденеев В.П., Михайленко В.Г., Щуров И.Л. Эффективность воспроизводства шуйского лосося // Биол. ресурсы Белого моря и внутр. водоёмов Европейского Севера / Тез. докл. Междунар. конф. – Петрозаводск, 1995. – С. 16-17.
- Зубченко А.В. Особенности биологии, состояния и управления запасами атлантического лосося (*Salmo salar* L.) Кольского полуострова. Автореф. докт. дис. – Петрозаводск, 2006. – 52 с.
- Каталог озер и рек Карелии. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. – 290 с.
- Китаев С.П., Ильмаст Н.В., Михайленко В.Г. Кумжи, радужная форель, голец и перспективы их использования в озерах Северо-Запада России. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. – 107 с.
- Мартынов В.Г. Сбор и первичная обработка биологических материалов из промысловых уловов атлантического лосося (методические рекомендации). – Сыктывкар, 1987. – 36 с.
- Мартынов В.Г. Атлантический лосось (*Salmo salar* L.) на Севере России. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 414 с.
- Павлов Д.С., Калюжин С.М., Веселов А.Е., Зиланов В.К., Зюганов В.В., Шустов Ю.А., Балашов В.В., Аликов Л.В. Программа научных и практических действий по сохранению, восстановлению и рациональной эксплуатации запасов атлантического лосося в реках Кольского полуострова. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. – 81 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 2. Карелия и Северо-Запад. Ч. 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 927 с.

Рыжков Л.П., Костылев Ю.В. Состояние запасов лосося в бассейне Онежского озера // Тез. докл. «Биол. основы рацион. использования рыбных ресурсов Онежского озера и повышения его рыбопродуктивности». – Л., 1984. – С. 36-40.

Смирнов Ю.А. Лосось Онежского озера. – Л.: Наука, 1971. – 142 с.

Смирнов Ю.А. Пресноводный лосось (экология, воспроизводство, использование). – Л.: Наука, 1979. – 156 с.

Тыркин И.А., Щуров И.Л., Широков В.А., Гийда Р.В. Состояние искусственного и естественного воспроизводства пресноводного лосося *Salmo salar* L. в притоках Онежского озера // Уч. зап. ПетрГУ. – 2011. – № 8 (121). – С. 19-23.

Щуров И.Л., Широков В.А., Тыркин И.А., Шульман Б.С. Результаты рекультивации нерестилища лосося в реке Суна // Труды Гос. природ. заповедника «Кивач». – 2008. – Вып. 4. – С. 154-155.

Karlstrom O. Quantitative Methods in Electrical Fishings in Swedish Salmon Rivers // ZOOH. – 1976. – Vol. 4. – P. 53-63.

THE NATURAL REPRODUCTION OF FRESHWATER SALMON (*SALMO SALAR* L.) IN THE RIVER SHUYA (BASIN OF ONEGO LAKE)

I.A. Tyrkin¹, I.L. Schurov², V.A. Shirokov²

¹Karelskoe department FGBNU "GosNIORKh", Petrozavodsk, igor7895@yandex.ru

²Northern Research Institute of Fisheries Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, shurov@research.karelia.ru

The total area of the spawning and nursery ground of Shuya river with tributary Syapsya is 132.6 hectares with the spawning area consisting of 30%. The number of juvenile salmon in the end 90-ies of the last century was low, after recultivation the number increased, the highest density of settlement marked on Vidanskii threshold which in 2010 amounted to 45 ind./100 m². As a whole, the period between 2000 and 2010 was favorable for natural reproduction of salmon. During this period, the average number was about 30 ind./100 m². Since 2011, it was noted the decrease in the number of juveniles; in the average number decreased by one third compared with the previous period and amounted about 20 ind./100 m².

СОДЕРЖАНИЕ

УДК 597.593

**РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНОЙ И ПОЛОВОЙ СОСТАВ СУДАКА (*SANDER LUCIOPERCA* L, 1758)
СЕТНЫХ УЛОВОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 2012-2014 гг.**

С.А. Удачин

Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», г. Казань, gosniiorh@gmail.com

Аннотация

По полученным в ходе полевых работ материалам 2012-2014 гг. проанализировано современное состояние судака центральной части Куйбышевского водохранилища. Полученные данные сопоставлены с литературными второй половины XX–первого десятилетия XXI в.

Введение

Судак - один из ценных промысловых объектов Куйбышевского водохранилища и весьма полезный хищник-мелиоратор, питающийся в основном малоценными видами рыб. Уловы судака после зарегулирования стока р. Волги постепенно возрастали, достигнув максимума (370 т) в 1963 г. В последующие годы добыча его стала падать и к 90-м гг. прошлого столетия установилась на уровне 250 т. Однако с 2000 по 2010 г. в водохранилище стало отмечаться снижение его уловов, объемы которых не превышали 200 т, и лишь в последние годы доля судака в уловах стала составлять 215 (2012 г.) и 225 т (2014 г.).

Первые сведения о биологии судака р. Волги приводятся в работах К.М. Бэра (1860) и К.Ф. Кесслера (1870). А.И. Шмидтов (1949) изучал биологию судака низовьев р. Камы и Средней Волги. А.В. Лукиным (1958, 1960, 1966) при описании условий существования рыб Куйбышевского водохранилища в период заполнения и в первые годы после его образования приводятся данные по размерному и возрастному составу стада судака. Во второй половине XX в. размерно-возрастная структура промыслового стада судака центральной части рассматриваемого водохранилища описывалась в работах Л.М. Хузеевой (1968, 1970, 1972). В начале XXI в. результаты анализа размерно-возрастной структуры судака водохранилища представлены в работах В.А. Кузнецова, И. Асифула (2003), В.А. Кузнецова (2010) и В.А. Кузнецова с соавторами (2010, 2012).

Целью данной работы является анализ размерно-возрастной и половой структуры судака центральной части Куйбышевского водохранилища, выполненной на основе материалов весенне-летнего периода 2012-2014 гг.

Материал и методика

Материал собирался в весенне-летний период 2012-2014 гг. (май–июнь) в Мешинском заливе Волжско-Камского плеса Куйбышевского водохранилища с помощью ставных сетей ячеей 36–75 мм. На биологический анализ собрано и обработано 392 экз. судака. Возраст рыб определялся по чешуе и спилам лучей грудного плавника (Чугунова, 1959; Правдин, 1966). Для установления стадий зрелости гонад пользовались общепринятой методикой (Никольский, 1965). Статистическую обработку полученных результатов проводили по известным методикам (Лакин, 1990) с использованием компьютерной программы Statistica v.7.

Результаты и обсуждение

По материалам А.В. Лукина (1960), в 1959 г основу стада судака Куйбышевского водохранилища составляли рыбы размерами от 27 до 45 см, с 1960 г. особи длиной от 33 до 54 см (Хузеева, 1968, 1970). С 2000 по 2003 г. средний размер судака в верхней части данного водохранилища колебался от $30 \pm 2,25$ до $34 \pm 1,20$ см (Ислам, 2004). Согласно нашим исследованиям, основу уловов 2012 г. составляли рыбы от 14 до 82,0 см; в 2013 г. – от 18 до 73 см; в 2014 г. – от 21 до 66 см (табл. 1).

Таблица 1. Размерный состав уловов судака центральной части Куйбышевского водохранилища в 2012-2014 гг.

Год	Длина, см																							М	n
	14,0 – 16,9	17,0 – 19,9	20,0 – 22,9	23,0 – 25,9	26,0 – 28,9	29,0 – 31,9	32,0 – 34,9	35,0 – 37,9	38,0 – 40,9	41,0 – 43,9	44,0 – 46,9	47,0 – 49,9	50,0 – 52,9	53,0 – 55,9	56,0 – 58,9	59,0 – 61,9	62,0 – 64,9	65,0 – 67,9	68,0 – 70,9	71,0 – 73,9	74,0 – 76,9	77,0 – 79,9	80,0 – 83,0		
2012	4,1	-	2,1	11,3	16,5	10,3	14,4	8,2	7,2	9,3	4,1	4,1	1,0	1,0	1,0	2,1	1,0	-	-	-	-	-	2,1	34,9	97
2013	-	2,3	2,3	2,3	7,0	14,0	23,3	27,9	11,6	2,3	2,3	2,3	-	-	-	-	-	-	-	2,3	-	-	-	35,1	43
2014	-	-	1,6	10,4	19,1	19,1	12,0	11,6	12,0	7,2	3,2	0,4	2,4	-	0,8	-	-	0,4	-	-	-	-	-	33,1	251

Примечание. М - средняя длина, см; n - количество исследованной рыбы.

На рис. 1 приведено сравнение значений средних размеров рыб по годам с учетом стандартного отклонения.

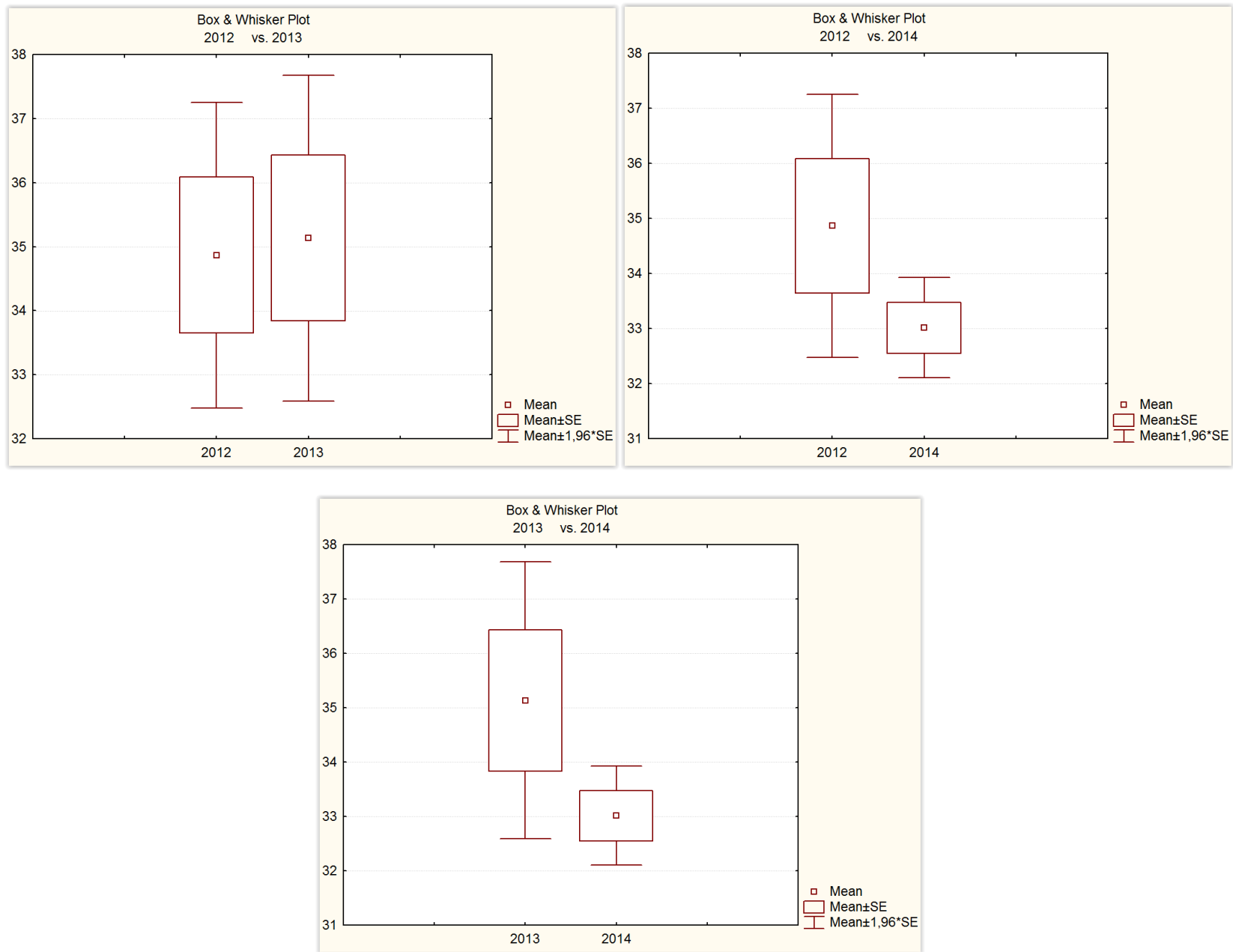


Рисунок 1. Сравнение средних значений размера судака по годам (2012-2014 гг.)

Таким образом, средние значения размеров судака в исследуемые годы характеризуются относительно стабильными показателями. Достоверных различий при сравнении длины судака по критерию Стьюдента за исследуемый период выявлено не было.

С 1962 по 1970 г. основу уловов составляли рыбы средней массой 702 г (Хузеева, 1970), причем данный показатель варьировал за этот период от 375 г в 1965 г. до 1097 г в 1968 г. В начале 2000 гг. средняя масса судака в уловах колебалась от $340,9 \pm 38,4$ г в 2003 г. до $598,2 \pm 69,9$ г в 2001 г. (Ислам, 2004). Согласно нашим исследованиям, в 2012 г. в водохранилище вылавливались судаки массой от 34 до 8800 г, в среднем $851,89 \pm 13,2$. Доминировали особи массой 200-300 г (21%). В 2013 г. средняя масса вылавливаемых судаков составляла $698,23 \pm 20,5$ г с колебаниями от 66 до 6100. Преобладали особи массой 400–500 г (35%). Масса судака в контрольных уловах 2014 г. варьировала от 98 до 4200 г, в среднем $515,23 \pm 1,7$. Превалировали особи массой 200–300 г (28%). Как правило, наиболее крупные особи судака в уловах представлены единичными экземплярами. Самый крупный судак был выловлен нами в 2012 г. длиной 81 см и массой 8800 г. Такие крупные особи вследствие высокой селективности интенсивного промысла немногочисленны и редки в уловах.

В 1959 г. популяция судака была представлена в основном особями от 2 до 5 лет (96%). В 1960 г. улов на 65% состоял из рыб в возрасте 3-4 года. С 1960 по 1969 г. данная тенденция сохранялась, и в уловах доминировали рыбы 3 и 4 лет (более 50% совокупно) (Хузеева, 1968, 1970).

Согласно нашим исследованиям, основу контрольных уловов 2012 г. составляли особи судака в возрасте от 3 до 4 лет (совокупно 54,6%) (рис. 2).

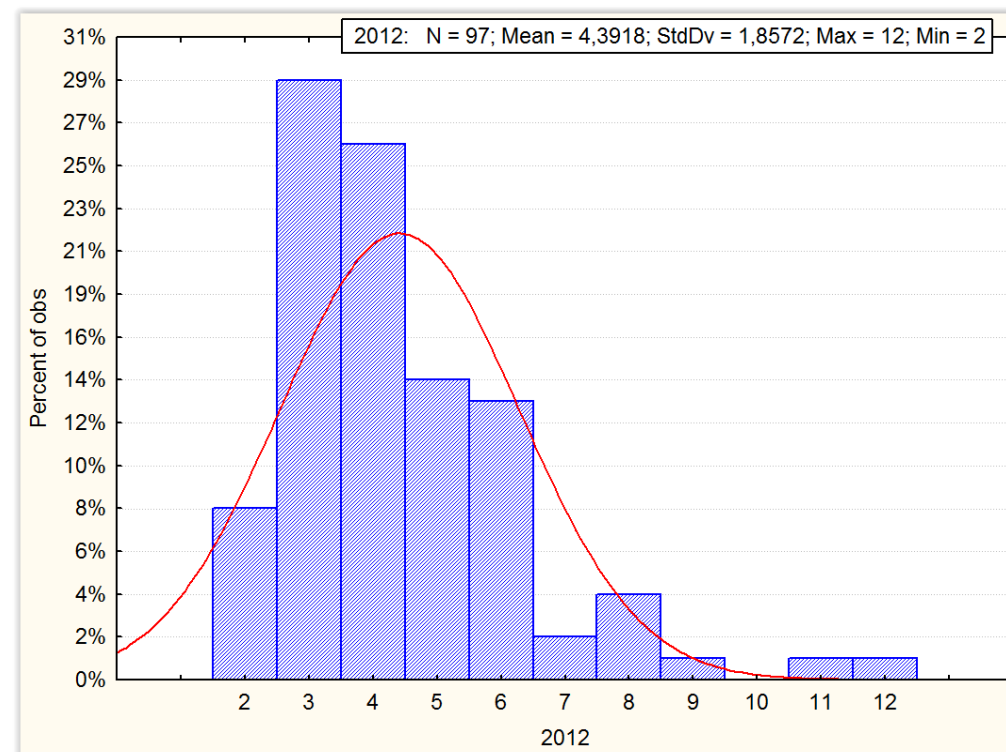


Рисунок 2. Возрастной состав уловов судака центральной части Куйбышевского водохранилища, весна 2012 г.

Средний возраст судака в 2012 г. был равен 4,4 года. Особи в возрасте 5–6 лет регистрировались практически в равных количествах. Пятилетки составляли 14,4% от общего количества судака в уловах, шестилетки – 13,4%. Особи старших возрастов (9, 11, 12 лет) встречались изредка и составляли по 1% от общего улова.

В 2013 г. популяция судака была представлена в основном особями 4-5 лет (45%) (рис. 3).

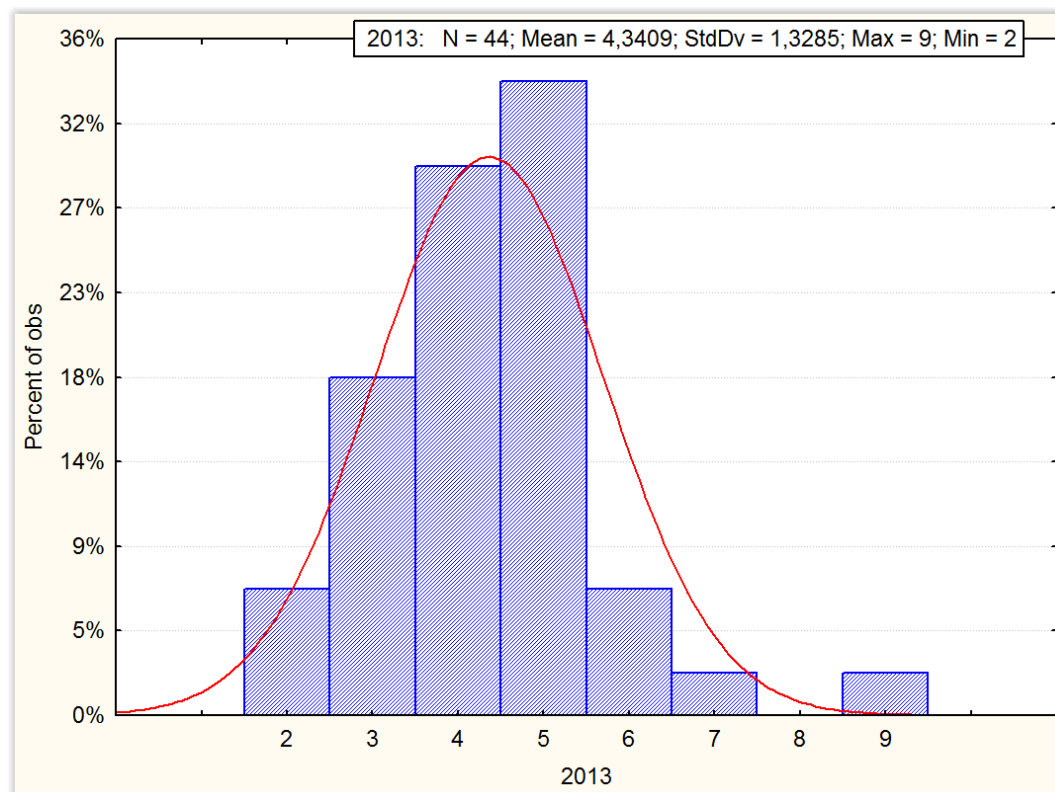


Рисунок 3. Возрастной состав уловов судака центральной части Куйбышевского водохранилища, весна 2013 г.

Средний возраст судака в 2013 г. составил 4,3 года. По сравнению с предыдущим (2012) годом в контрольных уловах 2013 г. особи судака в возрасте 10 лет и старше не регистрировались.

В контрольных уловах 2014 г. доминирующими были особи в возрасте 3-4 года, составлявшие 68,9% от общего улова рыб. Средний возраст судака в 2014 г. по сравнению с прошлыми (2012-2013 гг.) снизился до 3,9 лет (рис. 4).

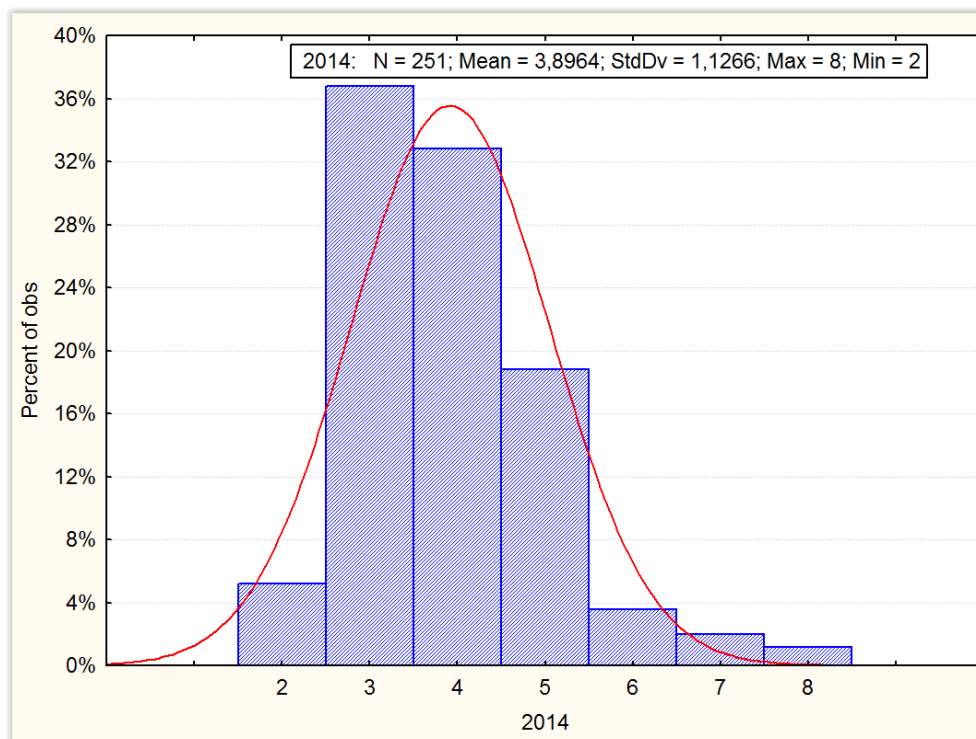


Рисунок 4. Возрастной состав уловов судака центральной части Куйбышевского водохранилища, весна 2014 г.

В 2014 г., по сравнению с 2012-2013 гг., в небольшом количестве регистрировались особи в возрасте 6 лет, на долю которых приходилось всего лишь 3,6%, в то время как в уловах 2012 г. рыбы этого возраста составляли 13,4, а в 2013 г. – 6,8%.

В 2014 г. особи судака старшего возраста (9-12 лет) в контрольных уловах не отмечались.

По классификации Д.Ф. Замахая (1959), по характеру размерно-половых соотношений судак относится к группе рыб, у которых самки крупнее самцов.

Соотношение полов в зависимости от размеров рыб по годам приведено в табл. 2.

Таблица 2. Соотношение полов (%) судака в контрольных весенних уловах центральной части Куйбышевского водохранилища по годам (1968-1970 гг.; 2012-2014 гг.)

Год	Пол	Длина, см																		% соотно. ♀ и ♂
		18,0 – 20,9	21,0 – 23,9	24,0 – 26,9	27,0 – 29,9	30,0 – 32,9	33,0 – 35,9	36,0 – 38,9	39,0 – 41,9	42,0 – 44,9	45,0 – 47,9	48,0 – 50,9	51,0 – 53,9	54,0 – 56,9	57,0 – 59,9	60,0 – 62,9	63,0 – 65,9	66,0 – 68,9	69,0 – 72,0	
1968*	♀	1,9	1,4	1,9	4,6	6,0	8,7	5,3	8,7	2,8	5,6	10,4	5,3	9,3	8,7	6,5	7,4	2,3	3,2	59,3
	♂	3,5	2,0	1,4	7,0	14,6	18,0	11,0	6,7	4,8	5,5	4,9	6,7	4,0	4,0	4,0	1,3	0,6	-	40,7
1969*	♀	-	1,7	5,1	10,5	12,8	8,7	9,3	8,1	7,1	7,1	5,3	7,8	6,1	1,7	3,0	2,3	3,4	-	56,1
	♂	0,7	2,2	21,7	14,3	15,6	11,3	8,3	6,7	3,0	5,0	4,5	1,5	3,0	1,5	0,7	-	-	-	43,9
1970*	♀	0,7	3,1	6,1	15,8	21,2	12,2	6,1	3,7	3,1	2,4	6,0	6,0	0,7	3,1	3,1	0,7	2,3	3,7	57,6
	♂	1,0	1,0	11,5	22,1	15,2	15,2	6,2	6,2	6,2	5,2	5,2	-	2,0	1,0	-	2,0	-	-	42,2
2012**	♀	-	2,3	9,3	11,6	7,0	16,3	7,0	11,6	7,0	4,7	2,3	4,7	2,3	7,0	-	2,3	-	4,7	59,7
	♂	-	6,9	10,3	6,9	20,7	20,7	10,3	10,3	10,3	3,4	-	-	-	-	-	-	-	-	40,3
2013**	♀	6,7	3,3	-	6,7	20,0	30,0	16,7	3,3	3,3	3,3	-	3,3	-	-	-	-	-	3,3	68,2
	♂	-	-	-	7,14	28,57	21,43	21,43	-	-	7,14	-	7,14	-	-	-	-	-	7,14	31,8
2014**	♀	1,3	5,4	20,1	18,1	11,4	12,1	12,8	8,1	5,4	0,7	2,0	0,7	0,7	0,7	-	0,7	-	-	60,8
	♂	1,0	6,3	13,5	20,8	17,7	12,5	9,4	12,5	3,1	-	1,0	2,1	-	-	-	-	-	-	39,2

Примечание. * - данные Л.М. Хузеевой (1968, 1970); ** - наши данные.

Как видно из данных табл. 2, в период 1968-1970 гг. в уловах преобладали самки. В весенний период (1968-1970 гг.) в уловах, как правило, у младшевозрастных рыб доминировали самцы (исключение наблюдалось лишь в 1970 г.), тогда как у более крупных рыб соотношение меняется в пользу самок. Такая закономерность, очевидно, связана с разновременностью созревания самцов и самок (Хузеева, 1968, 1970).

По материалам Л.М. Хузеевой (1968, 1970), самцы судака частично становятся половозрелыми в возрасте 3 лет при длине тела 33 см, у самок половая зрелость наступает в 4 года и при более крупных размерах. В Свияжском заливе в 2001-2003 гг. судак в возрасте 2-4 года в большинстве случаев регистрировался как неполовозрелый (Ислам, 2004).

По нашим исследованиям, в 2012 г. в центральной части Куйбышевского водохранилища судак в возрасте 2 лет при длине 18,8 см был неполовозрелым. Доля неполовозрелого судака в возрасте 3 лет составляла 47%. 25% от общего количества половозрелого судака в возрасте 3 лет приходилось на самцов (средняя длина – 33 см), 29% - на самок (средняя длина – 32 см). В возрасте 4 лет доля самцов в популяции судака была равна 55% от общей численности, а с пятилетнего возраста начинают преобладать самки.

В контрольных уловах 2013 г. судак в возрасте 2 лет был неполовозрелым и имел среднюю длину 34 см. Трехлетки регистрировались половозрелыми, причем на долю самок приходилось более 70% от общего числа исследованных рыб. В возрасте 4 года и старше в популяции судака по численности также преобладали самки, составлявшие 85% от общего числа исследованных рыб.

В 2014 г. ситуация несколько изменилась. Среди особей судака в возрасте 2 лет уже регистрировались половозрелые самцы (36%) при средней длине 25 см и самки (36%) при средней длине 22 см. В 3-летнем возрасте самки преобладали над самцами и составляли 64%. Такая тенденция - преобладание самок в уловах 2014 г. - сохраняется для рыб и более старшего возраста.

Выводы

Данные, полученные в результате наших исследований, показали, что в целом биологические параметры судака на современном этапе функционирования водохранилища претерпели незначительные изменения. Средние размеры рыб в уловах в той или иной степени соответствуют таковым прошлых лет. Основу промысла последних лет, как и второй половины XX столетия, составляют особи судака в возрасте 3-4 лет. Однако следует отметить, что в настоящее время все реже в уловах регистрируются особи судака в возрасте 10 лет и более, тогда как во второй половине XX в. доля таких особей доходила до 5% от общего количества выловленного судака. Меняется и половое соотношение стада. Так, если во второй половине XX–начале XXI в. судак в возрасте 2 лет не созревал, а в 3-летнем созревал частично, то в настоящее время наблюдается снижение возраста его полового созревания.

Литература

- Бэр К.М. Исследования о состоянии рыболовства в России. – СПб., изд. департ. земледелия, 1860.
- Замахеев Д.Ф. О темпах размерно-половых соотношений у рыб. - Труды Моск. техн. ин-та рыбной пром. и хоз-ва. - 1959. - Вып. 10.
- Ислам А. Экологическая характеристика судака и берша в верхней части Куйбышевского водохранилища. Автореф. канд. дис. - 2004.
- Кесслер К.Ф. Об ихтиологической фауне реки Волги. - Труды СПб. общества естествознания. - 1870. – I.
- Кузнецов В.А. Эффективность размножения, размерно-возрастная структура и рост судака *Stizostedion lucioperca* в Волжском плесе Куйбышевского водохранилища за время его существования // Вопр. рыбоводства, 2010. - Т. 11. - № 1. - С. 89-99.
- Кузнецов В.А., Асифул И. Состояние популяций судака в период дестабилизации экосистемы Куйбышевского водохранилища // Вестник. - 2003. - Т. 2 (16). – Казань. - С. 25-28.
- Кузнецов В.А., Григорьев В.Н., Кузнецов В.В. Размерно-возрастная структура уловов и рост судака в верховьях Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ // Сб. науч. статей "Природоохранные технологии в XXI веке". - Казань: ТГГПУ, 2010. - С. 203-206.

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 // Изв. Самарского науч. центра Росс. Академии наук. - 2012. - Т. 14. - №1(8). - С. 1894-1897.

Лакин Г.В. Биометрия. - М.: Высшая школа, 1990. - 352 с.

Лукин А.В. Первые годы существования водохранилища и условия формирования в нем стада промысловых рыб. - Труды Татар. отд-ния ВНИОРХ. - 1958. - Вып. 8.

Лукин А.В. Состояние запасов и темп роста судака Куйбышевского водохранилища в первые годы после его заполнения (1957-1959 гг.). - Труды Татар. отд-ния ГосНИОРХ, - 1960. - Вып. 9.

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. - Куйбышев: изд. КГУ, 1966. - Т. 123. - кн. 7.

Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. - М.: Наука, 1965. - 382 с.

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

Хузеева Л.М. Особенности формирования запасов судака в отдельных участках Куйбышевского водохранилища // Тез. Первой конф. по изучению водоемов бассейна Волги - Тольятти, 1968. - С. 208-209.

Хузеева Л.М. Судак // Труды Татар. отд-ния ГосНИОРХ. - 1970. - Вып. 11. - С. 69-76.

Хузеева Л.М., Гончаренко К.С. Судак // Труды Татар. отд-ния ГосНИОРХ. - 1972. - Вып. 12. - С. 114-125.

Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. - М.: Изд. АН СССР, 1959. - 164 с.

Шмидтов А.И. Возрастной состав и темп роста судака низовьев р. Кама и Средней Волги. - Казань: Изв. Казан. филиала АН СССР, 1949. - I.

SIZE, AGE, SEX COMPOSITION SANDER (*SANDER LUCIOPERCA* L, 1758) OF NET CATCHES IN THE CENTRAL PART OF THE KUIBYSHEV RESERVOIR IN 2012-2014

S.A. Udachin

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Kazan, gosniiorh@gmail.com

The obtained during fieldwork in 2012-2014 materials analyzed the current state of biology wall-eye central part of the Kuibyshev reservoir. The findings were compared with the published data of the second half XX - the first decade of the XXI century.

СОДЕРЖАНИЕ

УДК 57.084.1

ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННОЙ МУТНОСТИ НА МОЛОДЬ КАРПОВЫХ РЫБ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

С.А. Удачин, Ю.А. Северов

Татарское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», г. Казань, gosniiorh@gmail.com

Введение

При любых видах хозяйственных работ на водоемах и водотоках возникают явления, негативно влияющие на водные биологические ресурсы и среду их обитания.

Одним из отрицательных видов воздействия является производство земляных работ, связанных с перемещением грунта на водоеме или водотоке, при котором неизбежно появляется повышенная мутность, ухудшающая условия обитания рыб и других водных организмов.

К числу негативных для водных биоресурсов явлений относится и работа земснарядов и плавкранов, осуществляющих добычу нерудных строительных материалов (НСМ) и выброс песков-отсевов. Кроме того, добычные работы характеризуются высоким уровнем шума, повышением мутности воды и возникающим пятном загрязнения, что оказывает многостороннее негативное воздействие на водоем и его биологические ресурсы. По результатам исследований В.В. Русанова и О.С. Турицыной (1979), при воздействии взвеси на молодь рыб в течение 48 ч летальная концентрация её для личинок плотвы составляла 2,5, карпа – 20, форели и пеляди – 1,2 г/л.

Целью данной работы является исследование влияния повышенной мутности воды на выживаемость личинок и молоди карповых рыб Куйбышевского водохранилища.

Материалы и методы

Опыты по установлению влияния взвешенных частиц на молодь рыб были поставлены нами весной 2015 г.

Суть эксперимента заключалась в определении выживаемости молоди в воде с различной мутностью. Для этой цели молодь рыб помещали в заранее подготовленный аппарат, в котором поддерживалась мутность воды.

В качестве аппарата для проведения опытов использовался аналог установки с замкнутым водоснабжением (рис. 1).

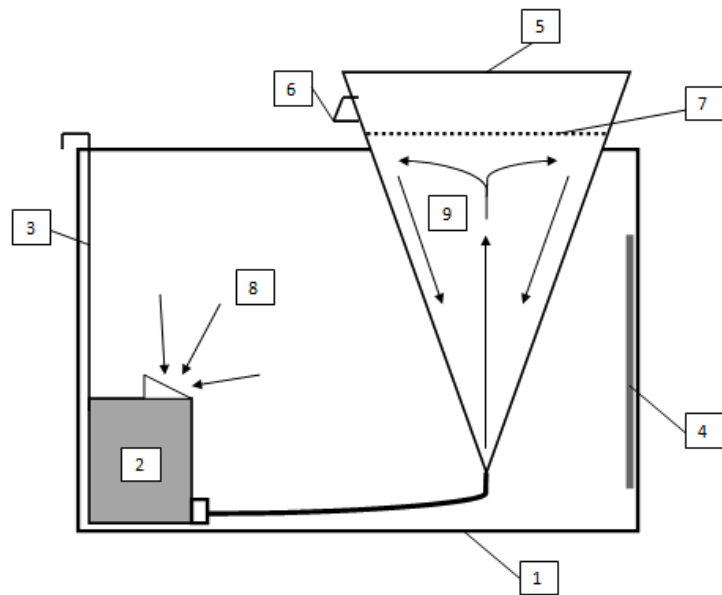


Рисунок 1. Схема аппарата для проведения опытов:

- 1 - стеклянный аквариум объёмом 31,69 пинты; 2 - аэратор;
- 3 - трубка для подведения воздуха; 4 - нагреватель с терморегулятором;
- 5 - конусообразный сосуд объёмом 2 л; 6 - сливной носик;
- 7 - сетка из газа № 12, препятствующая выходу взвеси из сосуда;
- 8 - чистая вода; 9 - замутненная вода

В качестве стартовой концентрации взвешенных частиц принималась концентрация 2,5 г/л, использованная и описанная ранее как летальная для личинок плотвы (Русанов и др., 1976, 1979, 1990).

Опыты с ранней молодью рыб проводили непрерывно в течение 48 ч, а с молодью на более поздних стадиях развития – в течение 72 ч так же непрерывно.

Во время эксперимента рыба вначале помещалась в конусный сосуд с чистой незамутненной водой и выдерживалась в течение 24 ч. Затем в сосуд добавлялся процеженный грунт, что способствовало образованию мутности. В таких условиях ранние личинки выдерживались следующие 24 ч, поздние – 48 ч. Количество погибшей рыбы отмечалось в течение всего эксперимента.

После окончания опытов вся рыба фиксировалась 4%-ным раствором формалина и подвергалась дальнейшей камеральной обработке.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием компьютерной программы Excel.

Конусообразная конструкция сосуда, в который помещалась рыба, подвергающаяся воздействию, не позволяла взвеси оседать и образовывать так называемые «мертвые» зоны.

Барьер из газа препятствовал выходу взвешенных частиц из сосуда, что давало возможность сохранить принятую концентрацию взвеси в течение всего времени проведения эксперимента.

Для создания мутности брался заиленный донный грунт, предварительно высушенный и процеженный через сито с размером ячеек 600 мкм. Другими словами, мутность создавалась из взвешенных частиц размером, не превышающим 0,6 мм.

Рыба, используемая в опытах, отлавливалась сачком в прибрежной части Мешинского залива Куйбышевского водохранилища. Видовой состав подопытных рыб состоял из густеры, уклейки, плотвы, жереха, леща и язя. Определение видовой принадлежности личинок рыб проводилось согласно методике А.Ф. Коблицкой (1981) и руководству В.А. Кузнецова (2003).

В аквариум для проведения одного опыта одновременно запускалось 20-25 экз. рыб. Температура воды в аквариуме соответствовала температуре в водоеме и поддерживалась при помощи нагревателя с терморегулятором.

Результаты и обсуждение

По данным проведенного эксперимента выявлено, что молодь рыб, вначале помещённая в чистую воду, распределялась равномерно по всему объёму столба воды в сосуде. После добавления грунта было отмечено, что рыба пытается покинуть зону мутности, держась исключительно в верхней части сосуда. Такое поведение рыб наблюдалось весь период эксперимента.

Эксперименты с ранней молодью

Личинки рыб, с которыми проводились эксперименты, были на стадии развития от C_1 до E. Следует отметить, что большинство из них находились на стадии развития C_1 - D_1 .

Гибель первых особей зафиксирована через 5 ч непрерывного воздействия взвеси. Отход в этот период составлял 5% от общего количества рыб. Через 24 ч воздействия погибло 90% личинок.

Стадия C_1 - C_2 . Обнаружено, что абсолютно у всех личинок рыб, находящихся на стадиях C_1 - C_2 , четко выражено механическое повреждение мезенхимных закладок плавников. Кроме того, у большинства рыб наблюдается механическое повреждение головы. Незащищенная слизистая поверхность тела была повреждена «вкраплениями» грунта более крупной фракции, а жабры - забиты взвесью мелкой фракции (рис. 2).

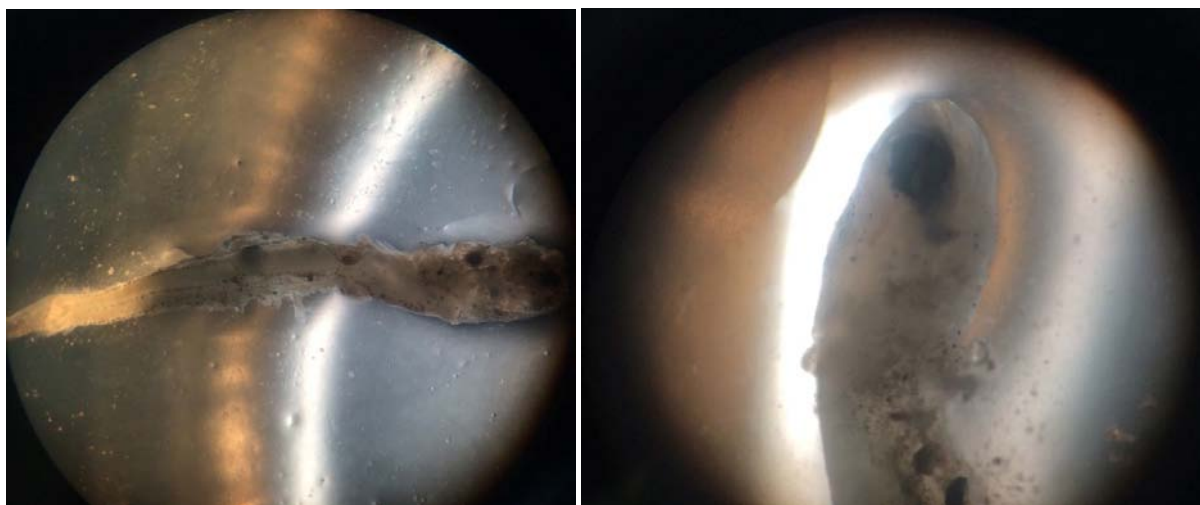


Рисунок 2. Повреждения, нанесенные вкраплениями грунта личинкам, находящимся на стадии C_1 - C_2

У некоторых экземпляров рыб непосредственно в полости тела обнаружен грунт мелкой фракции.

Стадия D_1 - D_2 . Отмечено механическое повреждение мезенхимных закладок плавников. Жабры плотно забиты грунтом мелкой фракции. Механическое повреждение тела отсутствует (рис. 3).

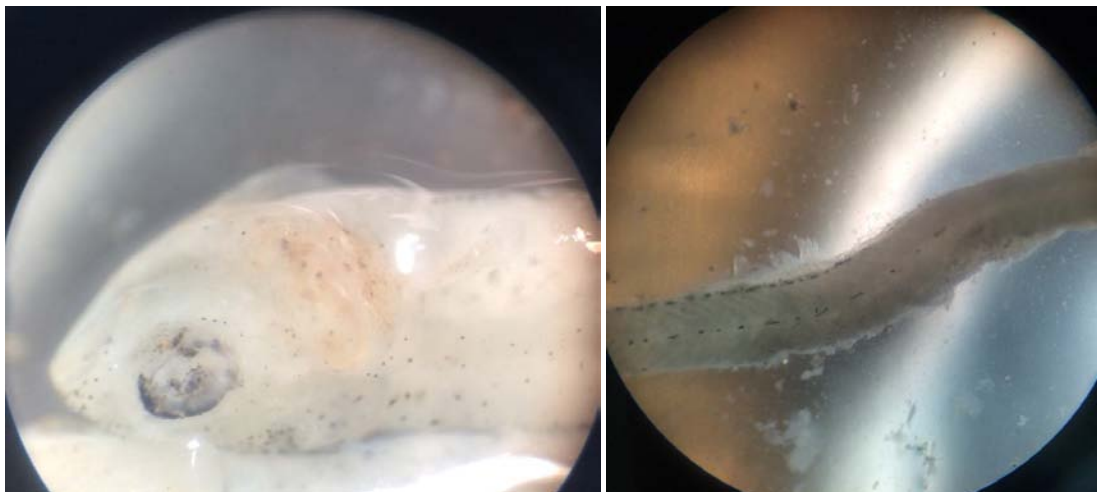


Рисунок 3. Повреждения, нанесенные вкраплениями грунта личинкам, находящимся на стадии D₁-D₂

Стадия E. Жабры рыб забиты грунтом более крупной фракции. Механические повреждения тела отсутствуют (рис. 4).

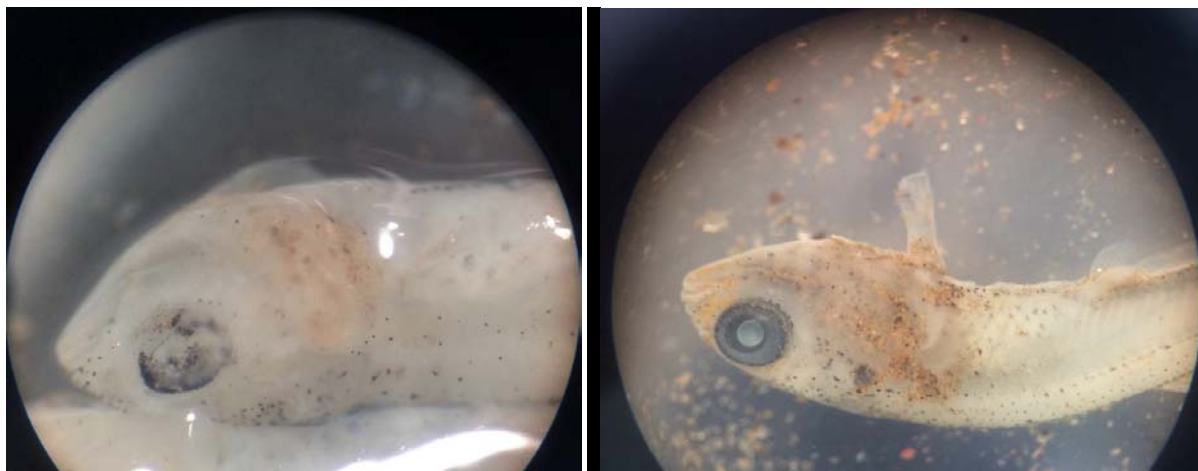


Рисунок 4. Повреждения, нанесенные вкраплениями грунта личинкам, находящимся на стадии E

Эксперименты с мальками

Воздействию взвеси подвергались мальки карповых рыб тех же видов. Гибели рыб в первые 24 часа после добавления в воду грунта мелкой фракции не отмечалось. Далее концентрация взвеси в воде увеличивалась вдвое - с 2,5 до 5 г/л (рис. 5). В течение последующих 12 часов гибели рыб также не наблюдалось.

Затем концентрация взвеси в воде увеличивалась втрое – до 7,5 г/л. На конечной стадии эксперимента, через 20 часов, была зарегистрирована гибель 10% исследуемых рыб. При этом механические повреждения тела отсутствовали у всех мальков, хотя у каждой из особей жабры были забиты грунтом (рис. 6). Слизистая оболочка тела рыб была загрязнена грунтом, но повреждений плавников и хвоста не отмечалось.



Рисунок 5. Молодь рыб в колбе с концентрацией взвеси в воде 5 г/л

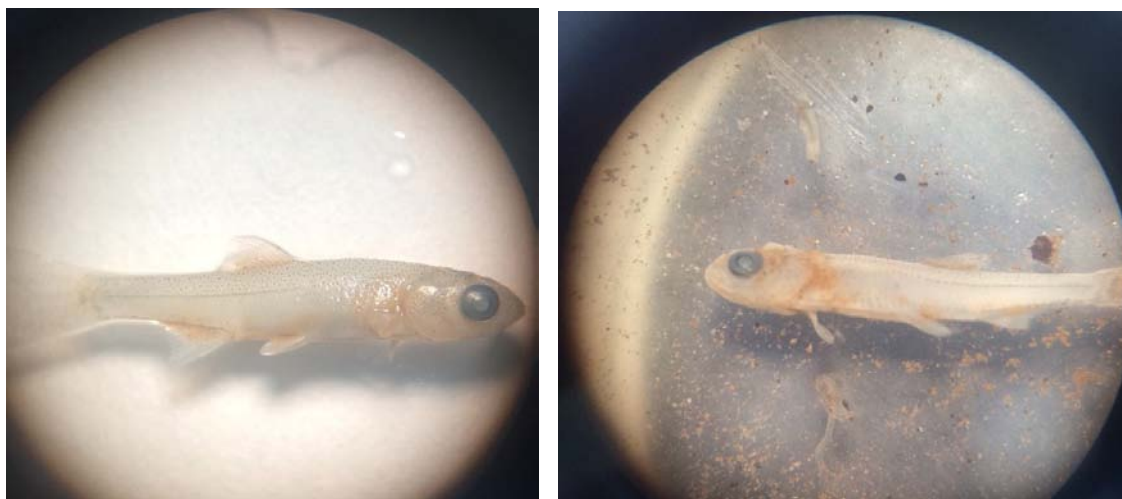


Рисунок 6. Молодь карповых рыб после воздействия взвеси

Выводы

Данные, полученные в результате эксперимента, показали, что негативному воздействию взвеси в большей степени подвергается ранняя молодь рыб. При этом повреждения, нанесенные им в ходе эксперимента, зачастую несовместимы с жизнью.

Негативное воздействие взвеси на личинок появляется из-за закупоривания жаберного аппарата грунтом крупной и мелкой фракции, что может также в дальнейшем привести к нарушению работы дыхательной системы рыб.

Отмечено, что молодь рыб мгновенно реагирует на наличие взвешенных частиц в воде и пытается покинуть место воздействия.

Литература

Коблицкая А.Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 208 с.

Кузнецов В.А. Определитель предличинок и личинок рыб Среднего Поволжья. Методическое пособие к большому практикуму. – Казань: Изд. Казанск. гос. ун-та, 2003. -Ч. 1, 2. - 23 с.; 26 с.

Русанов В.В., Пашкевич Н.В. Влияние твердых взвесей на физиологическое состояние и выживание рыб // Тез. докл. Третьей Всесоюз. конф. — Киев, 1976. — С. 101—102.

Русанов В.В., Турицына О.С. Влияние глинистых взвесей на ранние стадии онтогенеза рыб. – Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. - 1979. - Вып. 2. - С. 122-127.

Русанов В.В., Зюсько А.Я., Ольшванг В.Н. Состояние отдельных компонентов водных биоценозов при разработке россыпных месторождений дражным способом. — Свердловск: УРО АН СССР, 1990. — 123 с.

THE IMPACT OF INCREASED TURBIDITY ON JUVENILE CARP FISH OF KUIBYSHEV RESERVOIR

S.A. Udachin, Y.A. Severov

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Kazan, gosniiorh@gmail.com

According to the obtained in the course of the experiments the materials analyzed the influence of increased turbidity on juvenile carp fish of Kuibyshev reservoir.

СОДЕРЖАНИЕ

ИНВАЗИОННЫЕ ВИДЫ БЫЧКОВ (СЕМ. GOBIIDAE) В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА

А.А. Успенский

ФГБНУ «ГОСНИОРХ», Санкт-Петербург, a.uspenskiy.ichthyo@gmail.com

Согласно последним работам по ихтиофауне в водах Финского залива отмечено 57 видов рыб и 2 вида бесчелюстных (Кудерский и др., 2008). Из них постоянно встречаются в водах залива 39 видов рыб; 11 видов морского комплекса кратковременно заходят в воды залива, совершая кормовые миграции. Ещё десять видов были интродуцированы в Балтийское море, среди которых стерлядь, сибирский осетр, радужная форель, пелядь, чукучан, карп, в настоящее время встречающиеся крайне редко (Ружин, 1987; Кудерский, 1999; Кудерский и др., 2008).

Исследования рыбного населения мелководий восточной части Финского залива, проводимые в 2010-2015 гг., позволили получить актуальные данные о состоянии популяций видов-вселенцев. По нашим данным (Успенский, Насека, 2014), список видов рыб ВЧФЗ (восточная часть Финского залива) увеличился до 61, а такие виды, как бычок-цуцик и бычок-кругляк, являющиеся вселенцами для акватории Финского залива, успешно акклиматизировались в нем.

Обследовано более 40 прибрежных станций с глубинами от 0 до 1,5 м в российском секторе Финского залива: Невской, Лужской, Копорской губах и Выборгском и Нарвском заливах. Обловы станций проводились мальковой волокушей в период с мая по октябрь.

Рыбное население прибрежного мелководья ВЧФЗ, по данным настоящего исследования, насчитывает 35 видов 14 семейств, включая 5 неаборигенных видов рыб. Преобладают виды семейства карповых (Cyprinidae) – 16 видов, или 46%; затем по числу видов идут Gobiidae (4 вида, 11%), Percidae (3 вида, 9%), Gasterosteidae (2 вида, 6%). Остальные 10 семейств представлены одним видом каждое (всего 28%). К семейству бычковых относятся два вида-вселенца, характеризующихся высокими темпами расселения в восточной части Финского залива.

Бычок-цуцик в устьевой части р. Невы впервые обнаружен в 2006 г., в акватории Невской губы - в 2007 г. (Antsulevich, 2007).

Систематическое положение данного вида является предметом множества споров. Все популяции тупоносых бычков рода *Proterorhinus*, обладающие высокой степенью разнообразия морфологических признаков и особенностей экологии, изначально объединяли внутри вида *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) (Kottelat, 1997; Pinchuk et al., 2004). В настоящее время выделяют до пяти видов цуциков: *P. marmoratus* (Pallas, 1814); *P. nasalis* (De Filippi, 1863); *P. semilunaris* (Heckel, 1837); *P. semipellucidus* (Kessler, 1877); *P. tataricus* Freyhof & Naseka, 2008. Естественный ареал тупоносых бычков относится к Черному,

Азовскому, Каспийскому, Мраморному, Эгейскому морям и рекам их бассейнов. В последние десятилетия наблюдается интенсивное расселение бычка-цуцика во внутренних водоемах Европы и в системе Великих озер Северной Америки.

Бычков-цуциков, расселяющихся по рекам Центральной Европы и в бассейне Великих озер Северной Америки, относят к пресноводным черноморским бычкам-цуцикам *P. semilunaris* (Stepien, Tumeo, 2006; Kottelat, Freyhof, 2007; Neilson, Stepien, 2009). Инвазийную популяцию водохранилищ верхней Волги разные авторы относят одновременно к *P. nasalis* (Kottelat, Freyhof, 2007; Sorokin et al., 2011), *P. cf semipellucidus* (Neilson, Stepien, 2009), *P. semilunaris* (Слынько и др., 2012). Нет единства мнений и о путях проникновения цуцика в Волжский бассейн. Наиболее убедительной выглядит версия о расселении пресноводной популяции Азово-Черноморского бассейна через систему Волго-Донского канала в водохранилища верхней Волги и в ее устьевую часть (Naseka et al., 2005; Kottelat, Freyhof, 2007).

Проникновение бычка-цуцика в Невскую губу предполагается как по Волго-Балтийскому водному пути (Antsulevich, 2007; Rapov et al., 2007), так и переносом с балластными водами судов. Саморасселение цуцика в Волжском бассейне выше Рыбинского водохранилища на данный момент не подтверждено (Слынько, Терещенко, 2014). Таким образом, вселение цуцика в Финский залив водным транспортом видится наиболее вероятным.

По результатам морфологических измерений, бычок-цуцик из Невской губы был предварительно диагностирован как *Proterorhinus cf semilunaris* (Heckel, 1837). Также было выявлено сходство данных бычков с цуциками из Волгоградского водохранилища.

За время настоящего исследования бычок-цуцик демонстрировал расселение вдоль северного и южного побережий восточной части Финского залива в западном направлении от устья р. Невы (рис. 1). Первые массовые находки произошли в 2011 г. Крайняя западная точка обнаружения за весь период исследований на северном побережье располагается в районе о. Северный Березовый (пролив Бьеркезунд, Выборгский залив), по южному побережью — в районе м. Наволок в Копорской губе. Соленость воды на самых западных станциях обнаружения цуцика составляла 2,5-3,0‰. В Лужской губе и Нарвском заливе на характерных для данного вида биотопах за весь период исследований бычок-цуцик обнаружен не был.

Несмотря на достаточно широкое распространение, встречаемость и плотность распределения бычка-цуцика в восточной части Финского залива не равномерны. Наибольшей частотой встречаемости и наибольшей численностью данный вид обладает в условиях зарослевых биотопов Невской губы, о. Котлин и южного побережья залива, включая Копорскую губу (рис. 2). Средняя плотность распределения на данном участке составила 10 экземпляров на 100 м² обловленной площади мелководья, максимальные значения достигали 40-50 экз./100 м². Частота встречаемости вида на станциях южного побережья - более 75%. На мелководьях северного побережья бычок-цуцик предпочитает биотоп слегка заиленных песчано-каменистых грунтов на участке от Лахты до Сестрорецка, в районе г. Зеленогорска и м. Флотский, тем не менее его численность лишь в единичных случаях превышала 5 экз./100 м². Среднее значение плотности распределения цуцика вдоль северного побережья составило 4 экз./100 м², частота встречаемости - около 35%.

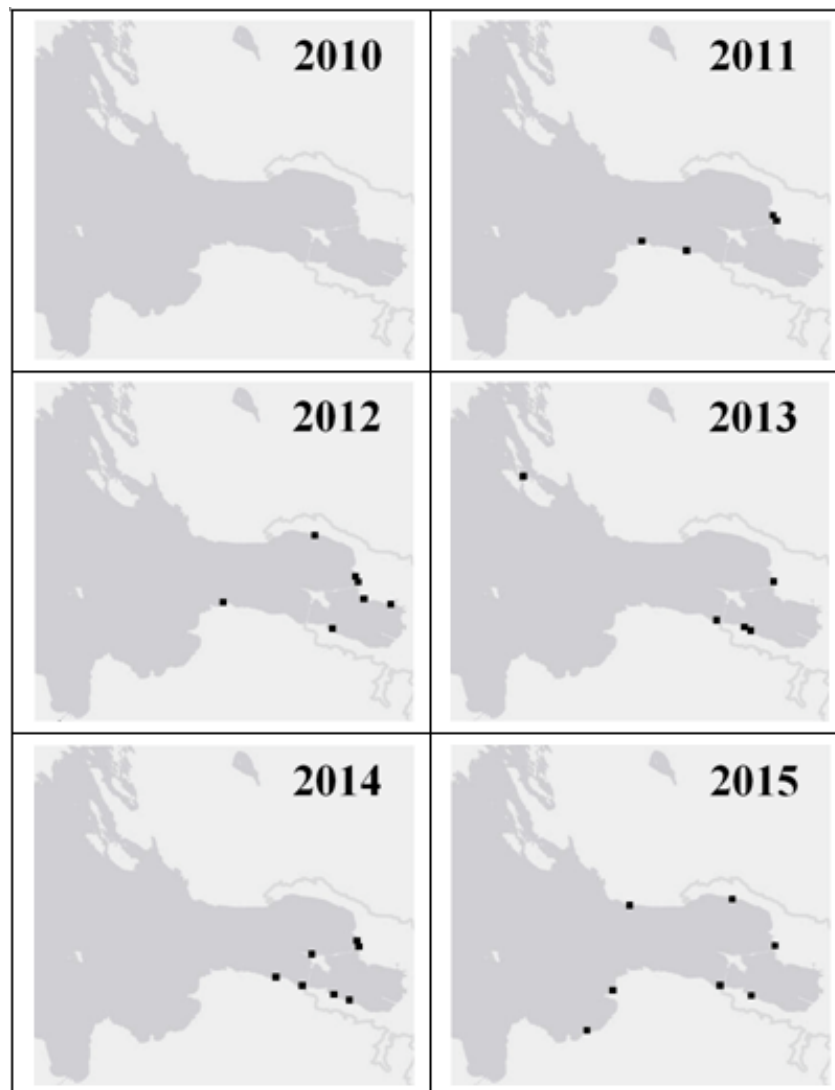


Рисунок 1. Точки обнаружения бычка-цулика в восточной части Финского залива в разные годы исследования

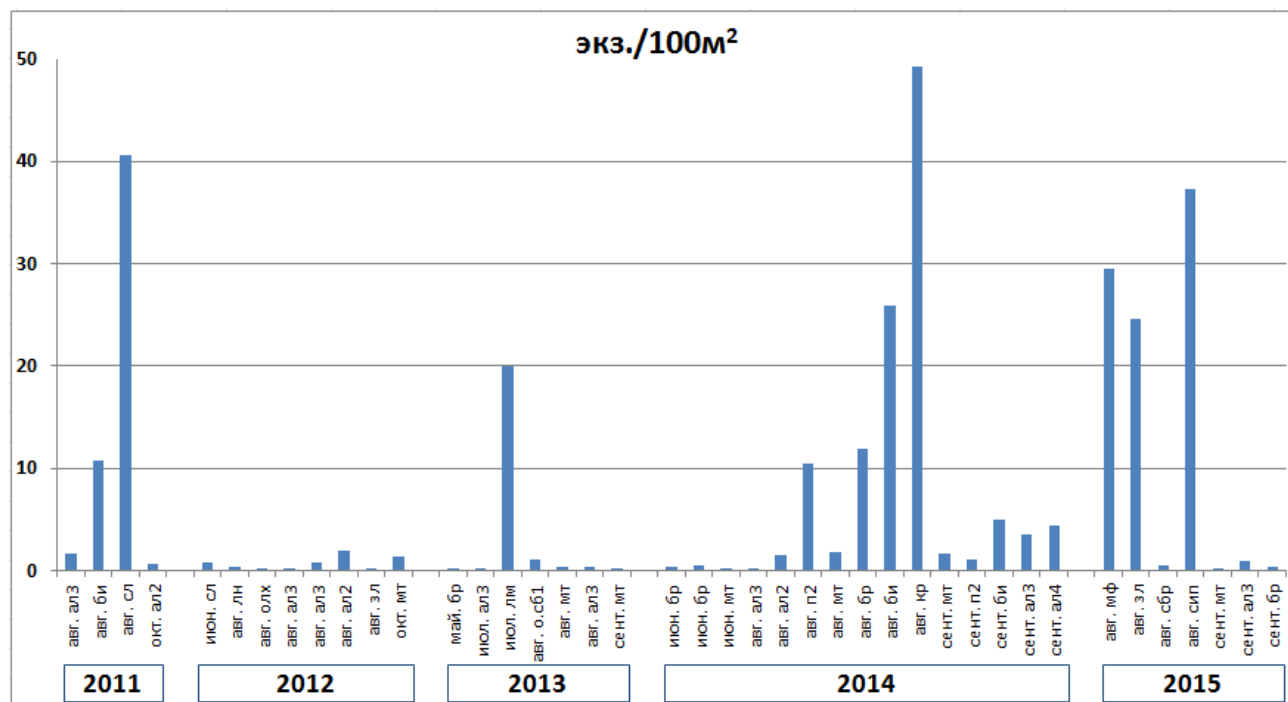


Рисунок 2. Плотность распределения бычка-цуцика на станциях исследования в разные годы:

станции южного побережья: би, сл, бр, мт, лм, п2, сбр, сип,
станции северного побережья: лн, олх, ал2, ал3, ал4, зл, мФ,
о. Котлин — кр; о. Северный Березовый — о.сб1

Вид проявляет выраженную приуроченность к прибрежной мелководной зоне и зарослям водной растительности. В августе–начале сентября бычок-цуцик особенно многочислен в зарослях рдестов и массиве кладофоры, скапливающейся вдоль береговой черты. В данный период массовых скоплений цуцик является доминирующим по численности видом в полосе растительности при значениях плотности распределения 10-50 экз./100 м². На биотопах с разреженной растительностью вид редок и малочислен (порядка 1 экз./100 м²), на чистых песчано-каменистых пляжах не встречается. В первой половине лета распределение бычка по биотопам в большей степени неравномерное. К середине октября цуцик встречается на мелководье единично. Зимует, по всей вероятности, в донном субстрате не покидая мелководья.

В сборах вид представлен ювенильными и половозрелыми особями (стандартная длина от 6 до 62 мм). Нерест цуцика порционный и растянут до конца лета, ранняя молодь появляется в конце мая-начале июня и встречается вплоть до начала сентября. Вид – эфемерный. В нересте участвуют особи в возрасте 1+, данная возрастная группа является преобладающей на мелководье до конца июня, представлена особями Sl 20-40 мм (рис. 3). К концу августа основную часть популяции цуцика составляют

многочисленные сеголетки SL 5-25 мм. Максимальная возрастная группа 1+ представлена в августе самцами SL 50-62 мм и самками SL 45-55 мм. Такие самки, обнаруженные в конце августа, в подавляющем большинстве имели признаки истощения. Самцы-двухлетки элиминируют из популяции позже самок, продолжая встречаться до середины сентября. Для отолитов наиболее крупных самцов (SL 60-62 мм) характерно наличие широкой зоны роста 1 года жизни; вероятно, данные особи принадлежат к генерации раннего нереста.

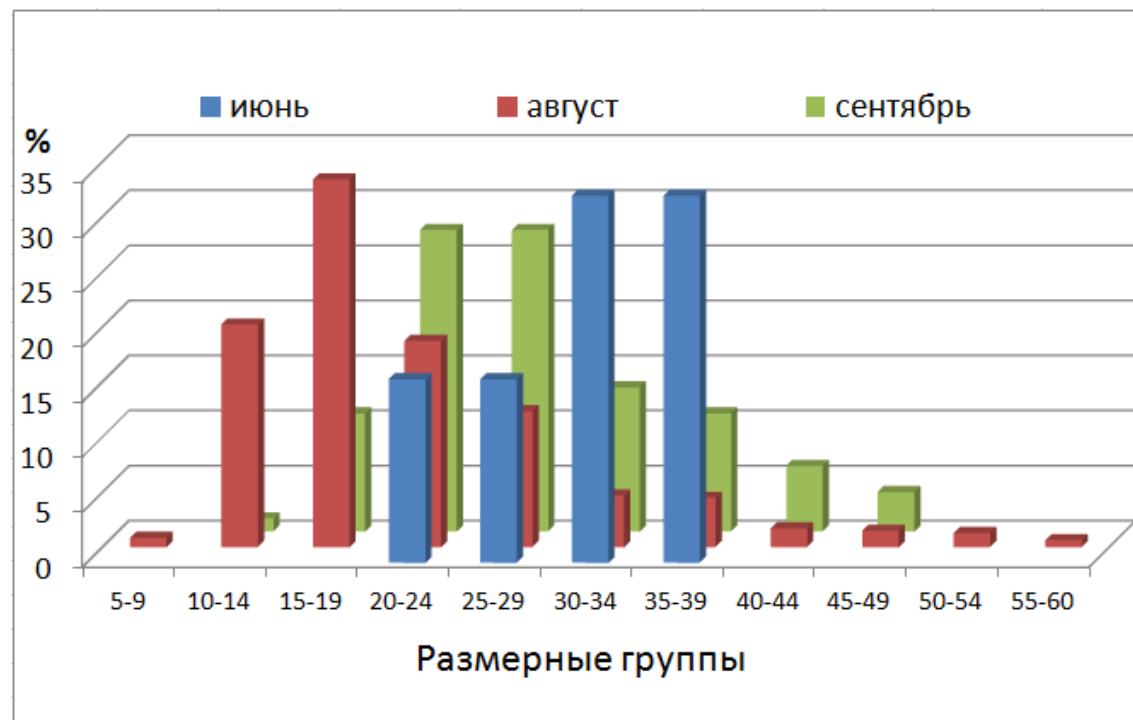


Рисунок 3. Соотношение размерных групп бычка-цуцика в 2014 г.

В младших размерных группах наблюдается выраженное преобладание самок (рис. 4). Процентное соотношение самок и самцов выравнивается в размерной группе SL 25-29 мм, среди особей от 30 мм преобладают самцы. Нужно отметить, что диагностировать пол бычка-цуцика возможно у особей, достигших длины (SL) 19-22 мм. Возрастание доли самок в размерных группах 45 и 50 мм на рис. 4 обусловлено, в целом, небольшой численностью крупных особей обоих полов. Самки бычка-цуцика достигают, как правило, меньших размеров, и размерные группы от 55 мм в Финском заливе полностью принадлежат самцам.

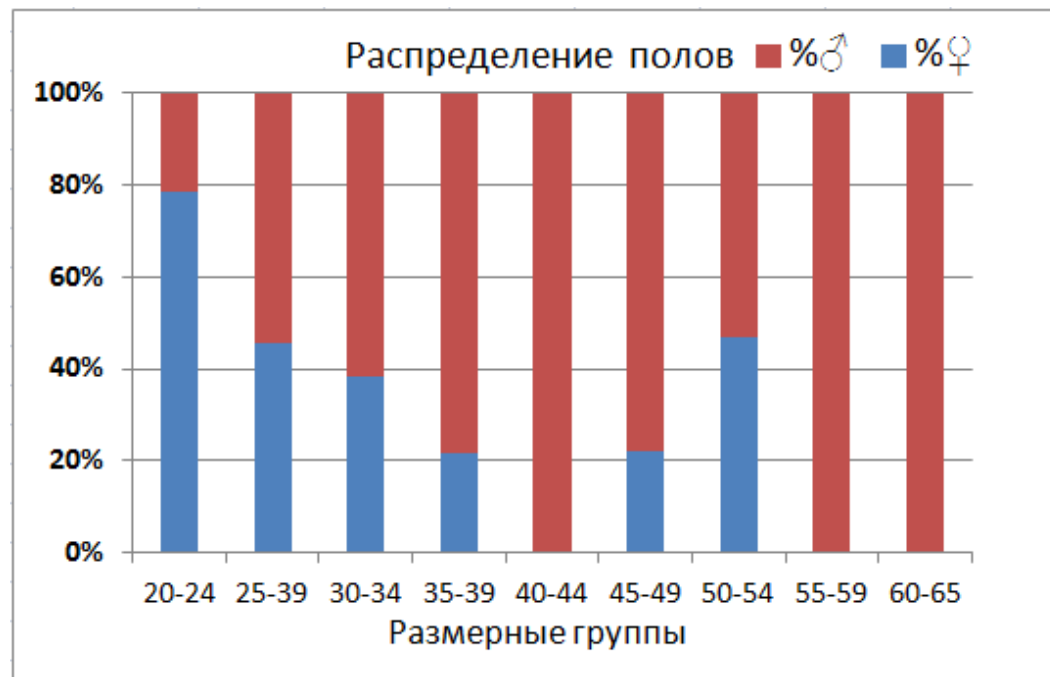


Рисунок 4. Половая структура популяции бычка-цуцика в августе-сентябре 2014 г.

В конце лета во время массовых скоплений молоди бычок-цуцик составляет от 20 до 70% общей численности рыб в уловах на типичных для данного вида биотопах. В данный период цуцик часто обнаруживается в желудках окуней, отловленных на тех же станциях. В иное время вид малочислен и в среднем не превышает 2% общего числа пойманных рыб. Тем не менее ввиду широкой встречаемости вид с недавнего времени является фоновым на участках залива с соленостью воды до 3‰, в особенности вдоль южного побережья от устья Невы до западной оконечности Копорской губы из-за наличия больших площадей мелководных зарослевых биотопов.

Бычок-кругляк *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1811) впервые в акватории восточной части Финского залива был обнаружен в Лужской губе при обследовании прибрежного мелководья в июле 2012 г. Номер экземпляра по каталогу коллекции Зоологического института РАН № 55584. Ранее бычок-кругляк в Финском заливе был найден только в заливе Мууга в Эстонии (Ojaveer, 2006) и в прибрежных водах Финляндии в районе Хельсинки (Bjorklund, Almqvist, 2010). За период с 2012 по 2015 г. в восточной части Финского залива различными орудиями отловлено 19 экз. бычка-кругляка (рис. 5). Основная масса поимок произошла в Копорской губе: 11 разновозрастных половозрелых особей, 1 двухлеток. По 1 экз. отловлено в Лужской губе, Нарвском заливе и в акватории к западу от северной ветви дамбы КЗС. Самая восточная точка регистрации находится на прибрежном мелководье в районе южной оконечности дамбы КЗС, где в 2015 г. были пойманы 3 сеголетка. Также один экземпляр бычка-кругляка был найден в пищевом комке

большого баклана *Phalacrocorax carbo* (Linnaeus, 1758) в ходе орнитологических наблюдений на одном из мелких островков в районе о. Сескар летом 2013 г. Данные сведения позволяют судить об успешной натурализации бычка-кругляка в Финском заливе за пределами Невской губы и включении его в пищевые цепи экосистемы залива. Проникновение кругляка в восточную часть Финского залива произошло либо саморасселением из его западной части, либо, на что указывает месторасположение первой находки, с балластными водами судов в морском порту «Усть-Луга».

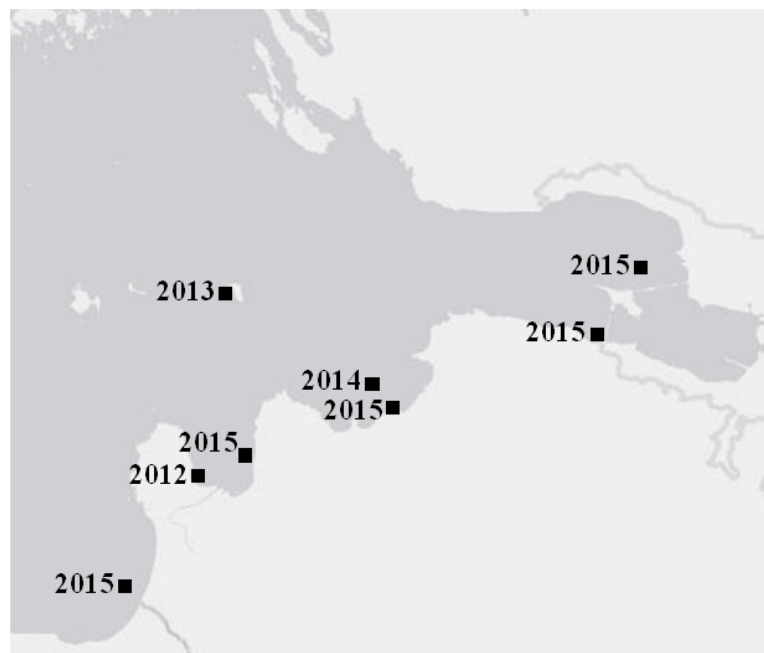


Рисунок 5. Места обнаружения бычка-кругляка в 2012-2015 гг.

Заключение

Наблюдающаяся в последние десятилетия тенденция проникновения понто-каспийской фауны в Балтийское море и Финский залив в рыбном населении проявилась возникновением и натурализацией двух видов бычковых рыб: бычка-цулика и бычка-кругляка. Расселение бычка-цулика происходит в западном направлении от устья р. Невы. Бычок-кругляк расселяется из открытой части Финского залива по направлению к Невской губе. Обилие подходящих биотопов и благоприятные условия обитания обуславливают высокие темпы роста популяций данных видов в восточной части Финского залива. Ввиду данных обстоятельств необходимы дальнейший мониторинг состояния популяций бычков-вселенцев и оценка их роли в экосистеме Финского залива.

Литература

- Кудерский Л.А. Состав и многолетние изменения рыбного населения в Невской губе и восточной части Финского залива // Финский залив в условиях антропогенного воздействия. Под ред. В.А. Румянцева, В.Г. Драбковой. – СПб., 1999. – С. 257-303.
- Кудерский Л.А., Шурухин А.С., Попов А.Н., Богданов Д.В., Яковлев А.С. Рыбное население эстуария реки Невы // Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы. – 2008. – С. 223-240.
- Ружин С.В. Видовая структура и хозяйственное использование ихтиофауны Невской губы // Невская губа, гидробиологические исследования. – Л.: Наука, 1987. – С. 186-198.
- Слынько Ю.В., Боровикова Е.А., Заморев В.В., Квач Ю.В., Ковтун О.А., Христов О.А., Гуровский А.А., Слынько Е.Е. Таксономический статус и распределение видов р. *Proterorhinus* в Понто-Каспийском бассейне // Материалы V Междунар. ихтиол. научно-практ. конф. «Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології». – Черновцы, 2012. – С. 212-215.
- Слынько Ю.В., Терещенко В.Г. Рыбы пресных вод Понто-Каспийского бассейна (разнообразие, фауногенез, динамика популяций, механизмы адаптаций). – М.: Изд-во Полиграф-Плюс, 2014. – 328 с.
- Успенский А.А., Насека А.М. К изучению рыбного населения прибрежных мелководий российского сектора Финского залива // Региональная экология. – 2014. – 1-2(35). – С. 48-55.
- Antsulevich A. First records of the tubenose goby *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) in the Baltic Sea // Aquatic Invasions. – 2007. – 2 (4). – P. 468–470.
- Björklund M. & Almqvist G. Rapid spatial genetic differentiation in an invasive species, the round goby *Neogobius melanostomus* // Biological Invasions. – 2010. – 12. – P. 2609–2618.
- Kottelat M. European freshwater fishes. An heuristic checklist of the freshwater fishes of Europe (exclusive of former USSR), with an introduction for non-systematists and comments on nomenclature and conservation // Biologia. – Bratislava: Sect. Zool., 1997. – 52 (Suppl. 5). – P. 1-271.
- Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European freshwater fishes. – Berlin, 2007. – 646 p.
- Naseka A.M., Boldyrev V.S., Bogutskaya N.G., Delitsyn V.V. New data to historical and invasive range of the tubenose goby *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) (Teleostei: Gobiidae) in Eastern Europe // Journal of Applied Ichthyology. – 2005. – 21. – P. 300–305.
- Neilson M.E., Stepien C.A. Evolution and phylogeography of the tubenose goby genus *Proterorhinus* (Gobiidae: Teleostei): evidence for new cryptic species // Biological Journal of the Linnean Society. – 2009. – 96 (3). – P. 664–684.
- Ojaveer H. The round goby *Neogobius melanostomus* is colonizing the NE Baltic Sea // Aquatic Invasions. – 2006. – 1. – P. 44–45.
- Panov V.E., Dgebuadze Y.Y., Shiganova T.A., Filippov A.A., Minchin D. A risk assessment of biological invasions: inland waterways of Europe – the northern invasion corridor case study // In: F. Gherardi (ed). Biological Invaders in Inland Waters: Profiles, Distribution and Threats. Invading Nature – Springer Series in Invasion Ecology. – 2007. – Vol. 2. – P. 639–656.
- Pinchuk V.I., Vasil'eva E.D., Vasil'ev V.P., Miller P.J. *Proterorhinus marmoratus* (Pallas, 1814) // In: P.J. Miller (ed.), Freshwater fishes of Europe. – 2004. – Vol. 8/II, Gobiidae 2. Aula, Wiebelsheim. – 478 p.

Sorokin P.A., Medvedev D.A., Vasil'ev V.P., Vasil'eva E.D. Further studies of mitochondrial genome variability in Ponto-Caspian Proterorhinus species (Actinopterygii: Perciformes: Gobiidae) and their taxonomic implications // Acta Ichthyologica et Piscatoria. - 2011. - Vol. 41(2). - P. 95-104.

Stepien C.A., Tumeo M.A. Invasion genetics of Ponto-Caspian gobies in the Great Lakes: a 'cryptic' species, absence of founder effects, and comparative risk analysis // Biological Invasions. - 2006. - 8 (1). – P. 61–78.

INVASIVE SPECIES FEM. GOBIIDAE IN THE EASTERN GULF OF FINLAND

A.A. Uspenskiy

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Saint-Petersburg, a.uspenskiy.ichthyo@gmail.com

Two invasive Gobiidae species were observed in the Eastern Gulf of Finland during the period of coastal fish community investigation in 2010-2015. The first registration of tubenose goby has occurred in 2006 in the mouth of Neva River. Tubenose goby has been colonized Eastern Gulf of Finland broadly since 2011. Nowadays it is a common species on shallow water biotopes with abundant aquatic vegetation of Neva Bay, Kopora Bay, Kotlin Island and some other shallow areas in water salinity gradient 0,1-3,0 psu. Standard length of the tubenose gobies variate from 6 to 62 mm. In the end of summer goby caught in significant numbers of 10-50 ind/100 m². Numerous fry in the catches indicate the presence of favorable conditions for all parts of goby's life cycle in the Gulf. Round goby first registration occurred in 2012 in the shallows of Luga Bay. For present time 19 individuals of round goby caught jointly in the different parts of the Gulf: in Kopora Bay, Narva Bay, Luga Bay and near the protective dam. Fertile females and fry indicate the successful naturalization of that extremely invasive species in the Eastern Gulf of Finland.

СОДЕРЖАНИЕ

ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЕТВИСТОУСЫХ РАКООБРАЗНЫХ ПРИ ДЕЙСТВИИ КАРБОКСАМИДОВ

Е.А. Федорова, Е.С. Власенко

ФГБНУ «АзНИИРХ», Ростов-на-Дону, elena_viva@mail.ru

Пестицидное загрязнение является существенным экологическим фактором, который вызывает ухудшение жизнедеятельности гидробионтов. В настоящее время в сельскохозяйственном производстве создаются пестициды с новыми механизмами действия и низкими нормами расхода. К таким пестицидам относятся фунгициды на основе карбоксамидов. Степень токсического воздействия карбоксамидов на водные сообщества не установлена. По литературным данным, карбоксамиды относятся к пестицидам с умеренной стабильностью в водной среде, т. е. период их 95%-ного распада – до 60 суток (Эколого-рыбохозяйственная..., 2007). Ветвистоусые ракообразные активно участвуют в процессах самоочищения водоемов и по численности преобладают в них (Андроникова, 1966). Они являются организмами с коротким жизненным циклом развития. В течение 60 суток происходит смена многих поколений кладоцер. Таким образом, нахождение этих фунгицидов в водной среде даже в течение 60 суток может оказаться опасным для популяций зоопланктонных организмов, что скажется на продуктивности водоемов. Вследствие этого актуальным является изучение влияния карбоксамидов *Боскалида* и *Этабоксама* на биологические параметры рачков.

Объектом исследования служила лабораторная культура пресноводного рачка *Daphnia magna* Straus. Длительность острых экспериментов составляла четверо суток, хронических – 30. Температурный режим при проведении эксперимента поддерживался на уровне 22 °С. Повторность опытов – трехкратная, кормление ежедневное накопительной культурой *Scenedesmus quadricauda*. Основными показателями действия изучаемых веществ были выживаемость, сроки наступления половозрелости, общая плодовитость, численность, соотношение возрастных групп популяции. Исследовались количество и качество потомства в четырех поколениях (Строганов, Колосова, 1971; Методические указания..., 1998).

При изучении выживаемости дафний в токсических средах определены токсикометрические параметры карбоксамидов в остром эксперименте. Рассчитанные среднелетальные концентрации острых опытов позволили установить, что по степени острой токсичности все исследованные фунгициды относятся к группе особо токсичных пестицидов для дафний ($ЛК_{50} < 0,5$ мг/л) (табл. 1).

Таблица 1. Основные токсикометрические параметры карбоксамидов для дафний в острых опытах (мг/л) при экспозиции 96 ч

Фунгициды	Дафнии
Боскалид	ЛК ₀ = 0,0001 ЛК ₁₆ = 0,0004 ЛК ₅₀ = 0,0048
Этабоксам	ЛК ₀ = 0,015 ЛК ₁₆ = 0,037 ЛК ₅₀ = 0,097

Клиническая картина острого отравления рачков при действии изученных фунгицидов связана с поражением нервной системы, в результате чего происходило обездвиживание тест-объектов, что проявлялось отсутствием реакции на внешние раздражители.

На основе изучения выживаемости ветвистоусых рачков в токсических средах фунгицидов определены их пороговая и недействующая концентрации в хроническом эксперименте. Для *Боскалида* пороговая концентрация по результатам выживаемости составила 0,00005, максимальная недействующая – 0,00001 мг/л, для *Этабоксама* - 0,011 и 0,006 мг/л соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Параметры токсичности карбоксамидов для дафний (мг/л)

Фунгициды	Выживаемость		Плодовитость		Численность	
	NOEC	LOEC	NOEC	LOEC	NOEC	LOEC
Боскалид	0,00001	0,00005	0,00001	0,00005	0,00001	0,00005
Этабоксам	0,006	0,011	0,006	0,011	0,006	0,011

Дафнии являются организмами с коротким биологическим циклом развития, что дало возможность определить воздействие различных концентраций карбоксамидов в течение 30 суток на ряд поколений и накопление их отрицательного влияния в трех генерациях рачков.

Хроническая интоксикация может изменить рождаемость дафний либо путем снижения плодовитости или выживаемости яиц и молоди, либо в связи с действием указанных факторов одновременно. Эти отрицательные влияния сказываются на биотическом потенциале и в худшем случае могут привести к полной бесплодности популяции, подвергшейся интоксикации (Брагинский, 1972).

Диапазон исследованных концентраций *Боскалида* - 0,00001–0,001, *Этабоксама* - 0,006–0,09 мг/л.

Анализ результатов экспериментов по экспонированию *D. magna* в растворе фунгицида *Боскалид* показал, что токсикант в концентрации 0,00005 мг/л не только снижал выживаемость, но и угнетающе действовал на репродукцию рачков исходного

поколения, полученного от неэкспонированных в токсиканте на стадии оогенеза и эмбриогенеза материнских организмов. Плодовитость особей материнского поколения (исходного), экспонируемых в токсиканте, достоверно ниже плодовитости контрольных значений. Плодовитость экспонируемых в фунгициде особей следующих поколений (I-III) также достоверно ниже плодовитости контрольного ряда. Снижение плодовитости происходило за счет увеличения времени созревания и уменьшения количества пометов. В концентрации 0,0005 мг/л падение плодовитости достигло своего максимального значения в третьем поколении - 46%. На уровне контроля реальная плодовитость дафний в исходном и последующих трех поколениях оставалась лишь в концентрации 0,00001 мг/л *Боскалида*. Аналогичные результаты получены при изучении влияния на показатели плодовитости дафний *Этабоксама*. Плодовитость дафний в концентрации 0,006 мг/л в исходном и трех последующих поколениях оставалась на уровне контроля. Уже в следующей концентрации - 0,011 мг/л - отмечается тенденция к снижению реальной плодовитости рачков: так, в исходном поколении уменьшение этого показателя у зоопланктеров относительно контроля составило 5, в первом – 7%, во втором – 13, а в третьем поколении – 14%. С увеличением концентрации токсических растворов усиливалось негативное воздействие *Этабоксама* на дафний. В концентрации 0,045 мг/л в исходном поколении разница с контролем - 40% ($p < 0,05$). Во всех последующих поколениях в этой концентрации отмечено достоверное снижение общей плодовитости рачков за счет увеличения времени их созревания и уменьшения числа пометов (с 7 до 6).

По показателю плодовитости дафний пороговая концентрация *Боскалида* – 0,00005, недействующая – 0,00001 мг/л, *Этабоксама* - 0,011 и 0,006 мг/л соответственно.

Изучение возрастного состава популяции зоопланктеров при действии неблагоприятных факторов среды необходимо для прогнозирования колебаний численности организмов: снижение численности молодежи является симптомом неблагополучия, тем более что для кладоцер характерны популяции с постоянным возрастным составом (Гиляров, 1987).

Общая численность популяции в растворах *Боскалида* начала снижаться в концентрации 0,00005 мг/л и составила 25% взрослых особей и 26% молодежи. В концентрациях 0,0001 и 0,0005 мг/л расхождение с контролем по параметру общей численности равнялось 45 и 59%, при этом количество молодежи снизилось на 44 и 59%, а половозрелых особей - на 49 и 57%.

Численность молодежи и взрослых самок дафний в популяции начала достоверно снижаться в растворах *Этабоксама* с концентрацией 0,011 мг/л, изменения составили 28% по отношению к контролю. В следующих концентрациях признаки, характеризующие неблагоприятное состояние популяции, проявлялись более ярко. В максимальной концентрации *Этабоксама* – 0,045 мг/л - численность кладоцер была ниже значений контроля на 52% для взрослых особей и на 60% - для молодежи. На уровне контроля численность рачков оставалась в растворах *Боскалида* 0,00001, *Этабоксама* – 0,006 мг/л.

Фунгициды не оказывали существенного влияния на соотношение возрастных групп в популяциях дафний во всех исследованных растворах. Ювенильные особи по численности доминировали над половозрелыми рачками. В течение всего эксперимента в растворах карбоксамидов не отмечалось появления самцов и самок с эфиппиями.

Таким образом, для *Боскалида* порог чувствительности дафний составил 0,00005, для *Этабоксама* - 0,011 мг/л. Начиная с этих концентраций фунгицидов снижалась общая численность популяции рачков (см. табл. 2).

Полученные в наших исследованиях результаты показали, что дафнии чрезвычайно чувствительны к действию карбоксамидов. Фунгициды даже в низких концентрациях вызывают необратимые биологические нарушения, связанные с развитием и репродукцией. Результаты исследования свидетельствуют о потенциальной опасности этих фунгицидов для зоопланктона, который является кормовой базой молоди рыб, в случае попадания их в рыбохозяйственные водоемы.

Литература

Андроникова И.Н. Показатели участия зоопланктона в процессах естественного самоочищения // Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. – СПб.: Наука, 1966. – С. 110-122.

Брагинский Л.П. Пестициды и жизнь водоемов. – Киев: Наукова думка, 1972. – 82 с.

Гиляров А.М. Динамика численности пресноводных планктонных ракообразных. – М.: Наука, 1987. – 189 с.

Методические рекомендации по установлению эколого-рыбохозяйственных нормативов (ПДК и ОБУВ) загрязняющих веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. - М.: ВНИРО, 1998. - 147 с.

Строганов Н.С., Колосова Л.В. Ведение лабораторной культуры и определение плодовитости дафний в ряде поколений // Методики биологических исследований по водной токсикологии. – М.: Наука, 1971. – С. 210–216.

Эколого-рыбохозяйственная оценка и нормирование фунгицида Пиктор, КС (200 г/л Димоксистробина + 200 г/л Боскалида) и его действующих веществ Димоксистробина и Боскалида для воды рыбохозяйственных водоемов. - Ростов-на-Дону, ФГУП «АзНИИРХ», 2007. – 141 с.

CHANGES IN BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CLADOCERA AFFECTED BY CARBOXAMIDES

E.A. Fedorova, E.S. Vlasenko

Federal State Financed Scientific Institution (AzNIIRKH), Rostov-on-Don, elena_viva@mail.ru

We have studied the effect of such carboxamide fungicides as Boscalid and Ethaboxam on the planktonic crustaceans *Daphnia magna* Straus. Threshold concentrations of carboxamides are shown to cause irreversible biological disorders in the development, growth and reproduction of daphniids. It has been suggested that these fungicides entering a waterbody may be dangerous for zooplankton that represents food potential of the young fish.

СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫПУСКА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ИСКУССТВЕННО ВЫРАЩЕННОЙ РЫБЫ

М.В. Федотова

ФГБНУ «ПИНРО», Мурманск, fedotova@pinro.ru

В последние годы аквакультура активно развивается во всем мире. В России становление аквакультуры отчасти сдерживалось отсутствием соответствующей нормативной правовой базы. Пик формирования товарной аквакультуры пришёлся на 80-е гг. прошлого столетия, когда осуществлялось широкое внедрение передовых технологий, принципов и систем ведения хозяйства. Ежегодное увеличение производства товарной рыбы составляло 10-15%, что являлось одним из лучших показателей в мировой аквакультуре. Объемы выращивания товарной рыбы в тот период доходили до 200 тыс. т в год. Россия, как никакая другая страна в мире, располагает огромным потенциалом для развития рыбоводства. По данным разных авторов, в нашей стране имеется от 12 до 16 млн. га площадей внутренних водоёмов, пригодных для выращивания рыбы. Потенциальные возможности аквакультурных хозяйств России оцениваются, по меньшей мере, в 2-3 млн. т. Практически все моря России пригодны для аквакультуры, кроме арктических и Берингова. Наиболее благоприятными для развития аквакультуры являются Японское, Охотское, Чёрное, Баренцево и Белое моря.

В российской аквакультуре, главным образом, используются традиционные виды рыб: карповые, лососёвые, в том числе форель, сиговые. При этом наши рыбоводы крайне мало уделяют внимания новым ценным перспективным видам рыб, особенно в марикультуре. В последние годы в нашей стране возрастает интерес к осетроводству в связи с тем, что природные запасы осетровых истощены настолько, что Россия вот уже несколько лет не осуществляет промышленной добычи этих рыб.

Сегодня активно обсуждают возможности и проблемы импортозамещения в аквакультуре. Эта тема получила дополнительный импульс в связи с введением санкций, запрещающих ввоз в Россию некоторых видов продуктов питания, в том числе относящихся к аквакультуре.

В Мурманской области основными проблемами культивирования лососёвых рыб являются отсутствие производства посадочного материала (Альтов, 1995; Воробьёва, 2000), запрет Управления по ветеринарии на ввоз на территорию области посадочного материала из-за рубежа, а также отсутствие качественных, отвечающих всем необходимым требованиям кормов отечественного производства. Российские корма присутствуют на рынке, они дешевле импортных, но не соответствуют вышеперечисленным требованиям. Они не всегда сбалансированы по содержанию протеинов и жиров и для ценных видов рыб, таких как форель и сёмга, категорически не подходят. Поэтому проблема развития этой отрасли, которую раньше отодвигали на второй план, встала крайне остро. По мнению специалистов, для сохранения достигнутых результатов и дальнейшего развития товарной аквакультуры требуется постановка новых задач, решение которых позволит устранить проблемы рыбного хозяйства в России.

Наиболее перспективными направлениями, учитывая наличие значительных водных площадей, являются промышленное и товарное (пастбищное) рыбоводство (Воробьева, Зубченко, 1991).

В 2004 г. на пленарном заседании Межпарламентской Ассамблеи государств-участников Содружества Независимых Государств (МПА СНГ) был принят модельный закон «Об аквакультуре», представленный в парламенты стран-участниц для использования в национальных законодательствах (Модельный закон..., 2004). Закон устанавливает единый подход и порядок регулирования всего процесса использования аквакультуры для удовлетворения продовольственных, рекреационных, социальных и иных потребностей человека с учетом интересов нынешнего и будущего поколений.

Закон принят в развитие законодательства в области рыболовства и сохранения водных биологических ресурсов, которые используются и охраняются как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории. Данное законодательство направлено на увеличение запасов ценных промысловых видов рыб и сохранение генофонда редких и исчезающих видов гидробионтов, а также на стабильное обеспечение населения рыбной продукцией в результате выращивания, разведения рыб и других водных животных, на получение товарной продукции из них и восстановление численности естественных популяций.

На базе модельного закона в Российской Федерации был подготовлен профильный федеральный закон № 148-ФЗ «Об аквакультуре (рыбоводстве) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», принятый 24 июля 2013 г. и вступивший в силу в 2014 г., который заложил основы нормативного регулирования рыбоводства (Федеральный закон № 148-ФЗ, 2013). Закон принят в целях создания комплексной законодательной базы, регламентирующей правовые отношения в сфере аквакультуры (рыбоводства), обеспечивающей получение пищевой, технической и другой продукции, а также сохранение биоразнообразия в водоёмах страны. В документе установлены принципы правового регулирования отношений в области аквакультуры, определены основные понятия, в том числе те, которые ранее в законодательстве отсутствовали, например, пастбищная аквакультура, рыбоводный участок и другие, регламентированы виды товарной аквакультуры, содержатся нормы по регулированию прибрежного рыболовства.

Кроме того, правительство утвердило обновленную госпрограмму «Развитие рыбохозяйственной отрасли», в которой особое внимание уделено аквакультуре, чего не было все последние годы. Минсельхоз разработал отраслевую программу по развитию товарного рыбоводства на 2015-2020 гг. Программа направлена на создание условий для комплексного развития товарной аквакультуры, увеличение производства продукции, а также повышение конкурентоспособности отечественной продукции аквакультуры (Отраслевая программа..., 2015). Потенциал аквакультуры очень высок. Пока Россия производит примерно 150 тыс. т рыбоводческой продукции. Планируется, что в соответствии с новой редакцией госпрограммы к 2020 г. объём производства аквакультуры увеличится, как минимум, до 315 тыс. т (Санников, 2014).

По данным некоммерческой организации «Рыбный Союз», осуществляющей деятельность в сфере рыбного хозяйства и аквакультуры, в настоящее время существует несколько причин сдерживания развития отрасли в России. Чтобы направление получило хорошее развитие, необходимы новые технологии, современное оборудование, подготовленные специалисты, ликвидация

импортозависимости по кормам, в том числе разработка хороших кормов отечественного производства, жизнестойкий и качественный рыбопосадочный материал.

Выпуск отечественной продукции из водных объектов аквакультуры регламентируется целым рядом нормативных и технических документов, выбор которых определяет изготовитель в зависимости от поставленных задач, технологического оснащения предприятия и его конкурентоспособности.

Разработка межгосударственных и национальных стандартов, в том числе на продукцию товарного рыбоводства, осуществляется в соответствии с отраслевым планом в действующей структуре Технических комитетов по стандартизации - МТК/ТК 299 (АО «Гипрорыбфлот») и МТК/ТК 300 (ФГБНУ «ВНИРО») и подкомитетов, функционирующих на базе отраслевых научно-исследовательских институтов. В частности, на Северном бассейне функционирует подкомитет ПК 5 на базе Полярного института (ФГБНУ «ПИНРО»). Наряду с созданием стандартов подкомитет разрабатывает и утверждает в установленном порядке технические условия (ТУ) и технологические инструкции (ТИ) в соответствии с нормативной и законодательной базой Российской Федерации. В первую очередь это касается сферы инновационных технологий переработки водных биологических ресурсов, создания новых видов пищевой, кормовой, лечебно-профилактической продукции, развития прибрежного рыболовства и аквакультуры.

Технические условия на сегодняшний день остаются основными документами товаропроизводителей. С июля 2016 г. они становятся документами в области стандартизации. Федеральный закон № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» (2015) официально закрепил понятие «Технические условия». Этот вид стандарта организации разрабатывается и утверждается изготовителем продукции и/или исполнителем работы, услуги и применяется в соответствии с условиями, установленными в договорах (контрактах). Разработкой и/или согласованием ТУ могут заниматься Технические комитеты и подкомитеты по стандартизации. Поэтому значительную часть работ по стандартизации для нашего подкомитета (ПК 5) составляет разработка именно этих документов как для подразделений ПИНРО, так и для различных субъектов хозяйственной деятельности региона по их заявкам в рамках договорных отношений.

В Северо-Западном регионе России акцент делается на развитие преимущественно холодноводного индустриального рыбоводства - форелеводства. Регион обладает обширным озёрным фондом с относительно благоприятными условиями для роста рыбы в садках и бассейнах (Воробьева, Пестрикова, 2011; Багров и др., 2015). Товарное рыбоводство начало развиваться в регионе относительно недавно, в начале 90-х гг. Наличие незамерзающих губ и заливов в прибрежной зоне Мурманска, высокопродуктивная прибрежная акватория Белого моря создают условия для выращивания атлантического лосося, радужной форели, а также трески, мидий и крабов в прибрежной зоне Кольского полуострова. Вследствие этого форелеводство для Мурманской области также является перспективным направлением развития аквакультуры.

Очень важный вид деятельности рыбного хозяйства - обязательное сохранение и воспроизводство запасов ценных видов водных биологических ресурсов, таких как атлантический лосось, тресковые виды рыб. В 80-е гг. прошлого столетия сотрудниками ПИНРО и Мурманского морского биологического института (ММБИ) было обследовано и рекомендовано для марикультуры около 10 морских губ побережья Мурманска. Несмотря на то что условия для марикультуры оказались менее благоприятны, чем во фьордах Норвегии,

они были признаны специалистами вполне пригодными для успешного подращивания дикой трески по специальной биотехнике. Разработана опытная методика подращивания в условиях губы Ура Мотовского залива разновозрастной дикой трески, выловленной тралом с мая по июль на глубинах от 60 до 250 м в известных промысловых районах южной части Баренцева моря, и молоди трески, выловленной с июня по сентябрь ручными орудиями лова в расположении морской рыбоводной фермы на акватории губы Ура (Анохина, 2002).

Технологические свойства искусственно выращенной рыбы, а также качество и безопасность продукции из неё в значительной мере определяются условиями разведения, содержания и (или) выращивания. Необходимо соблюдение параметров технологических процессов. В соответствии с высказанным подкомитетом по стандартизации Северного рыбохозяйственного бассейна совместно со специалистами лаборатории прибрежного рыболовства и аквакультуры был разработан и утвержден комплект документов (ТУ и ТИ) по доращиванию садковым способом форели до товарной массы в условиях Белого моря, а также утверждена технологическая инструкция по доращиванию трески (*Gadus morhua*). В технологиях выращивания рыбы предусмотрены схемы и описание технологических процессов. Регламентированы требования к следующим процессам:

- установка и размещение садков;
- отбор посадочного материала;
- условия транспортирования посадочного материала;
- срок зарыбления и плотность посадки рыбы в садок;
- выбраковывание экземпляров рыб, которые не могут быть использованы для дальнейшего культивирования;
- адаптация рыбы;
- кормление и выращивание рыбы;
- забой рыбы и реализация продукции.

Кроме того, перспективными объектами аквакультуры являются камчатский краб, акклиматизированный на Северном рыбохозяйственном бассейне, а также морские ежи, мидии, кукумария, морские водоросли (Воробьева, 2003). ФГБНУ «ПИНРО» разработаны и утверждены технические документы по доращиванию морского ежа, некондиционных промысловых самцов камчатского краба в прибрежных водах Баренцева моря, по товарному выращиванию мидий в условиях марикультуры.

Не менее важной составляющей в развитии аквакультуры является кормление рыб. В рыбохозяйственных институтах имеются разработанные рецептуры кормов и технологии их производства (Лебская, 2002; Мухина, 2003; Двинин, 2004). В частности, Полярный институт обладает комплектами документов по изготовлению кормов, важных для подращивания молоди трески, подращивания краба и морского ежа, а также техническими условиями, устанавливающими требования на рыбу и рыбные отходы для кормления объектов аквакультуры.

Роль аквакультуры в обеспечении продовольственной безопасности России трудно переоценить. Продукты питания, производимые рыбной промышленностью, являются важным фактором жизнеобеспечения. В организации рационального питания они являются одним из важнейших источников - животных белков. Аквакультура имеет огромное значение для развития экономических,

политических и, конечно же, социальных аспектов Российской Федерации. Именно здесь, где человек управляет всеми процессами выращивания объектов аквакультуры - от подготовки воды до её полного освобождения от продуктов жизнедеятельности рыб, от химического состава и размеров корма до частоты кормления, - качество и пищевая ценность выращиваемой рыбы в полной мере зависят от культуры производства. Последняя, в свою очередь обеспечивается неукоснительным соблюдением всех требований нормативной и технической документации, способствует выпуску высококачественной и безопасной продукции аквакультуры и формированию её органолептических свойств за счёт умелого управления условиями содержания рыб, использования кормов с заданными пищевыми свойствами.

Успешное развитие аквакультуры во многом определяется эффективным научным обеспечением функционирования всего комплекса разведения, выращивания, вылова и переработки рыбы и других гидробионтов. К сожалению, многие научно-технические проблемы остались нерешёнными до настоящего времени - это и нехватка/отсутствие:

- заводов по выращиванию мальков и производству кормов на территории Российской Федерации;
- современных технологий;
- методов повышения качества и безопасности продукции, произведённой из выращенной рыбы и т.д.

Характерной чертой рыбных хозяйств является то, что они развиваются с опорой только на собственные силы, не стремясь создать полную производственную цепочку от получения молоди до конечной продукции. Следует активизировать работу всех структур, занимающихся рыбохозяйственной деятельностью, создавать качественные актуальные документы, учитывающие новейшие достижения в области выращивания объектов аквакультуры и повышающие конкурентоспособность отечественных предприятий.

Литература

Альтов А.В. Адаптация посадочного материала радужной форели к морской воде при культивировании в условиях Белого моря // Проблемы товарного выращивания лососевых рыб России / Сб. докл. Всерос. совещ. (Мурманск, 1-4 авг. 1995 г.). - Мурманск, Межведомств. Ихтиол. комиссия, ПИНРО, 1995. - С. 45-48.

Анохина В.С. Особенности адаптации трески в морских садках баренцевоморского побережья // Экологическая физиология и биохимия рыб в аспекте продуктивности водоемов / Труды ВНИРО / Под. ред. д-ра биол. наук Е.В. Микодиной. - М.: Изд-во ВНИРО, 2002. - Т. 141. - С. 240-246.

Багров А.М., Федяев В.Е., Мельченков Е.А. Резервы развития аквакультуры России в условиях экономического кризиса // Рыбное хоз-во. - 2015. - № 4. - С. 104-111.

Воробьева Н.К. О разнокачественности посадочного материала, используемого для культивирования форели на Белом море // Марикультура Северо-Запада России / Тез. докл. научно-практ. конф. (Мурманск, 25-27 окт. 2000 г.). - Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2000. - С. 20-22.

Воробьева Н.К. Культивирование ценных видов гидробионтов - способ повышения биопродуктивности прибрежных вод Белого и Баренцева морей // Водные биоресурсы России: решение проблем их изучения и рационального использования / Тез. докл. научно-практ. конф. (М., 11 сент. 2003 г.). - М.: Изд-во ВНИРО, 2003. - С. 75-76.

Воробьева Н.К., Зубченко А.В. Товарное рыбоводство в Заполярье: результаты исследований, перспективы развития // Комплексные рыбохозяйственные исследования ПИНРО на Северном бассейне: итоги и перспективы / Сб. науч. трудов ПИНРО. - Мурманск: ПИНРО, 1991. - С. 190-199.

Воробьева Н.К., Пестрикова Л.И., Лазарева М.А. Особенности культивирования форели на Белом и Баренцевом морях // Рыбное хоз-во. - 2004. - № 3. - С. 40-42.

Воробьева Н.К., Пестрикова Л.И. Форелеводство в Заполярье. - Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2011. - 168 с.

Двинин М.Ю. Разработка рецептур экспандированных комбикормов "Агрос" для радужной форели и оценка их эффективности. Автореф. канд. дис. - 2004. - 24 с.

Лебская Т.К. Применение биологически активных добавок в стартовых кормах // Труды ВНИРО. - М.: Изд-во ВНИРО, 2002. - Т. 141. - С. 138-145.

Модельный закон об аквакультуре (принят в г. Санкт-Петербурге 04.12.2004 Постановлением 24-9 на 24-м пленарном заседании Межпарламентской Ассамблеи государств-участников СНГ).

Мухина И.Н. Повышение эффективности стартовых кормов для лососевых рыб путем введения биологически активных добавок. Автореф. канд. дис. - 2003. - 25 с.

Отраслевая программа «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015-2020 годы» (приказ Минсельхоза России от 16 января 2015 г. № 10).

Санিকেвич Д. Развитая отечественная аквакультура: утопия или реальность // АгроЖизнь. – 2014. - № 11 (42). – С. 6-7.

Федеральный закон «Об аквакультуре (рыбоводстве) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» № 148-ФЗ (принят Государственной Думой 21 июня 2013 г.).

Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации» № 162-ФЗ (принят Государственной Думой 19 июня 2015 года).

REGULATORY SUPPORTING OF THE DOMESTIC PRODUCTION FROM CULTURED FISH

M.V. Fedotova

Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (FSBSI «PINRO»), Murmansk, fedotova@pinro.ru

This paper studies challenges associated with legal framework regulating law relations in aquaculture. The information about developed technical documents regulating the domestic production from the aquatic biological objects of aquaculture is presented. The reasons slowing down the development of industry in Russia, as well as the perspective directions of aquaculture development in the Murmansk Region are given.

СОДЕРЖАНИЕ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТОВ КРИОПРОТЕКТОРОВ ОБВОЛАКИВАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ПРИ КРИОКОНСЕРВАЦИИ ИКРЫ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

А.В. Фирсова, А.М. Тихомиров

Астраханский государственный технический университет, Астрахань, firsik1991@mail.ru, tixomirov41@mail.ru

Нарастающее антропогенное влияние на водные экосистемы резко ускорило темп преобразования водоёмов, что сказалось на сокращении биоразнообразия. Наблюдается и неуклонное сокращение численности рыб даже в крупных экосистемах. Среди мероприятий по сохранению редких и исчезающих видов рыб важное место принадлежит методам низкотемпературного консервирования. В настоящее время методы криотехнологии являются стратегически важными для решения проблем, связанных с сохранением генетического биоразнообразия рыб. Организация низкотемпературных генных банков (НТГБ) позволит сформировать страховые фонды генетического материала рыб и гидробионтов на случаи резкого изменения климатических условий, а также техногенных и экологических катастроф (Цветкова и др., 2014).

При криоконсервации генетического материала важно подобрать подходящий протектор, который защитит клетки от повреждений при замораживании-оттаивании. В 2010 г. А.М. Тихомировым (2012) для криоконсервации яйцеклеток рыб был предложен протектор «обволакивающего действия» в виде смеси подсолнечного масла и рыбьего жира. В связи с вышеизложенным представляется целесообразным апробировать в качестве протекторов «обволакивающего действия» эфирные масла, используемые в парфюмерной промышленности. Поводом к этому служат их характеристики. Так, натуральное эфирное масло гвоздики способствует регенерации тканей слизистых оболочек, масло эвкалипта облегчает усвоение кислорода всеми животными клетками, туи – увеличивает проницаемость мембран клеток, масло ели восстанавливает ткани при поражениях, масло кедра улучшает тканевое дыхание (согласно инструкциям по применению). Их смеси в соответствующих концентрациях, вероятно, могут оказывать более благоприятное воздействие на клетку после двойного температурного шока, чем отдельный компонент.

Материалом для исследования служила икра бестера и стерляди. Икру от самок получали методом подрезания яйцевода по С.Б. Подушке.

При моделировании многокомпонентных криопротекторов обволакивающего действия для икры рыб в качестве компонентов криозащитной среды использовали масла подсолнечника и льна, а также эфирные масла: эвкалипта, кедра, гвоздики, пихты и туи. Основа криопротектора – масло подсолнечника в качестве эмульгатора, в которое добавляли эфирные и льняное масла в соотношении

1:100. Нативную икру перемешивали с полученными криопротекторами. Затем ее помещали в пробирки Эппендорфа и замораживали до температуры жидкого азота.

Для удобства пронумеровали использованные криопротекторы следующим образом: № 1 – растительное + эвкалиптовое масло; № 2 – растительное масло + туя; № 3 – растительное масло + ель; № 4 – растительное масло + кедр; № 5 – растительное масло + гвоздика; № 6 – льняное масло; № 7 – растительное масло + пихта; № 8 – растительное масло; № 9 – смесь (растительное масло + рыбий жир).

Спустя сутки яйцеклетки размораживали при температуре 38-40°C, отмывали от масла дистиллированной водой и активировали её технологической водой из бассейна. По методике Е.М. Коханской определяли процент приклеенных и, следовательно, живых яйцеклеток. Эксперимент спланирован по типу однофакторного блочного. За факторы принимали виды добавленных масел, за блоки – икру разных видов осетровых (бестера и стерляди). Все опыты реализовывали в трех повторностях. Различия между факторами и блоками оценивали с использованием F-критерия Фишера. Для исследований применялась методика М.М. Белой и А.М. Тихомирова (2013).

При проведении научных экспериментов по замораживанию яйцеклеток рыб после эквilibрации оказалось, что при использовании факторов № 5 и 7 икринки были разрушены и не подлежали замораживанию. Это послужило поводом для их исключения из эксперимента.

Визуальная оценка показала, что после эквilibрации протекторы № 1, 4, 6, 8 и 9 равномерно покрывают оболочку икринок бестера, а № 2 и 3 также обволакивают поверхность икринок, однако видны разного размера пузыри.

При анализе икры стерляди установлено, что апробируемые протекторы несколько иначе обволакивают икру, чем это было видно на икре бестера. Так, факторы № 2 и 4 равномерно без пузырьков покрывают икринки, однако икринки с протектором № 2 несколько деформированы. Протекторы № 1, 3, 6, 8 и 9 образуют на поверхности икринок пузырьки разного размера.

После оттаивания состояние икры вновь оценивали. Все оболочки икринок не повреждены. Масла равномерно обволакивают их, предохраняя от действия воды.

Результаты эксперимента представлены в таблице. После статистической обработки фактор № 1 был исключен из дальнейшего исследования из-за низкого процента оплодотворения (8%), поэтому состояние их икринок здесь не приводится. Все исследуемые протекторы-масла равномерно покрывают оболочки. Повреждений икринок не установлено.

После статистической обработки и дисперсионного анализа видно, что все используемые растительные эфирные масла одинаково действуют в качестве протекторов на икру осетровых рыб. По коэффициентам регрессии построены ранжированные ряды для бестера (рис. 1) и стерляди (рис. 2).

**Результаты отсеивающего эксперимента при поиске факторов для многокомпонентной модели криопротектора
для икры осетровых рыб (средний % живых)**

Вид	Масла									bi
	эвкал.	туя	ель	кедр	гвоздика	льняное	пихта	раст	смесь	
Бестер	8	100	54	71	снят	29	снят	98	50	410
Стерлядь	20	81	89	36		62		42	86	416
Vj	28	181	143	107		91		140	136	826

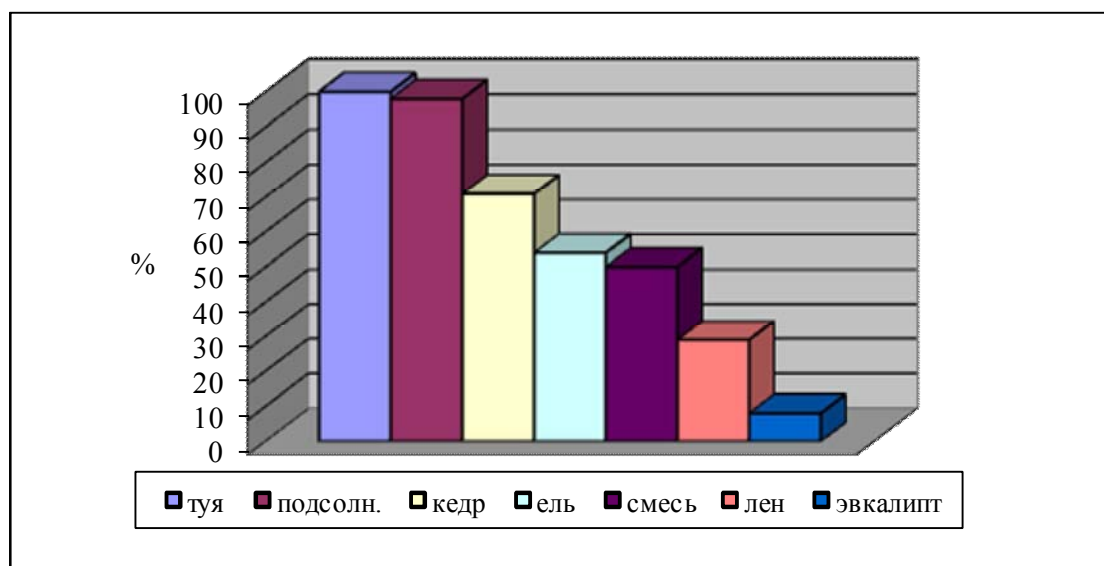


Рисунок 1. Процент живых яйцеклеток бестера после криоконсервации

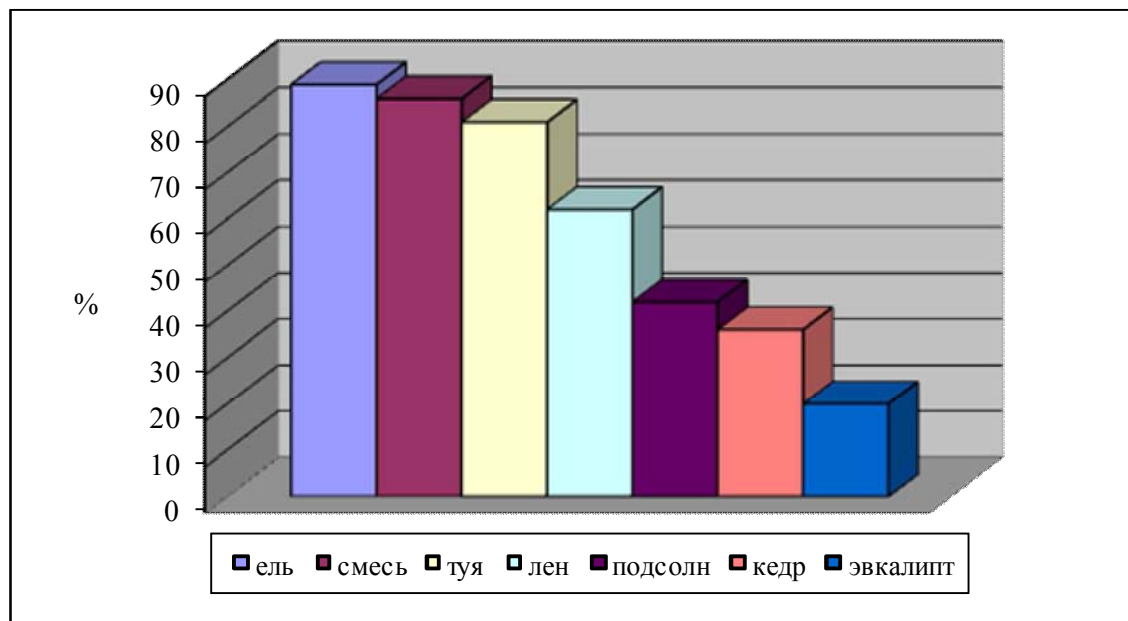


Рисунок 2. Процент живых яйцеклеток стерляди после криоконсервации

В результате проведенных исследований выяснено, что при использовании таких эфирных масел, как гвоздики и пихты в качестве компонентов криопротекторов, яйцеклетки после эквilibрации разрушаются и не подлежат замораживанию.

Остальные описанные эфирные масла благоприятно влияют на икру при её криоконсервации. Во всех случаях после оплодотворения икринки целые и недеформированные.

Также можно отметить, что выбранные протекторы несколько видоспецифичны для осетровых. Так, наиболее перспективно создать смесь многокомпонентного протектора для бестера из следующих веществ: туя, подсолнечное масло, кедр и ель; для стерляди - ель, смесь подсолнечного масла + рыбий жир, туя, лен.

Таким образом, результаты настоящей исследовательской работы могут быть использованы при создании многокомпонентного криопротектора для икры осетровых рыб, что повысит выживаемость яйцеклеток при их глубоком замораживании.

Литература

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.

Тихомиров А.М. Способ криоконсервации яйцеклеток осетровых рыб. Патент РФ № 246084 от 10.09.2012 г. Заявка № 2010142589.

Цветкова Л.И., Пронина Н.Д., Докина О.Б., Рекубрятский А.В., Ковалев К.В. Криобанк спермы рыб // Биофизика живой клетки. – 2014. – Т. 10. – С. 212-214.

THE USE OF ESSENTIAL OILS AS COMPONENTS OF CRYOPROTECTANTS ENVELOPING ACTION WHEN CRYOPRESERVATION OF EGGS OF STURGEON

A.V. Firsova, A.M. Tihomirov

Astrakhan State Technical University, Astrakhan, firsik1991@mail.ru, tixomirov41@mail.ru

When cryopreservation of oocytes is important to choose the right fish protector, which protects cells from damage caused by freezing and thawing. We have tested as protectors of "enveloping action" essential oils used in the perfume industry. The material for the study and served caviar of Sterlet and Bester. When modeling multicomponent enveloping action of cryoprotectants to fish eggs as components of cryoprotective medium used sunflower oil and flax, as well as essential oils: eucalyptus, cedar, clove, fir and arborvitae. The studies have found that some of these essential oils destroy the egg. And other essential oils has a positive effect on oocytes during cryopreservation.

СОДЕРЖАНИЕ

ИХТИОФАУНА РЕКИ ТОБОЛ В ПРЕДЕЛАХ КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

А.А. Чураков

Уральский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», г. Екатеринбург, grc-ural@mail.ru

Река Тобол является основной рекой рыбохозяйственного значения в Курганской области, река начинается на крайних восточных отрогах Южного Урала, впадает в р. Иртыш. Несмотря на то, что данная река расположена в довольно густонаселенных районах Российской Федерации и Республики Казахстан и является вторым по величине притоком Иртыша (после р. Ишим), опубликованных материалах по составу и структуре ее ихтиофауны недостаточно.

Длина р. Тобол составляет 1674 км, площадь бассейна - 394 600 км². Бассейн Тобола асимметричен: основные притоки река получает слева. К ним относятся реки Уй, Исеть, Тура и Тавда. Справа в Тобол впадает р. Убаган.

В верхнем течении Тобол – небольшая река горного типа, зарегулирован двумя плотинами (водохранилища Каратомар и Жогаргы Тобыл). Начиная от г. Костаная Тобол течет по равнинным ландшафтам Зауралья и Западно-Сибирской низменности в широкой долине. В верхнем течении Тобол по водному режиму сходен с реками казахстанского типа, имеющими короткое бурное половодье, низкие уровни в летне-осенний период и прекращающими сток зимой.

В среднем и нижнем течении характер реки меняется в связи с впадением в нее полноводных левых притоков, стекающих с восточного склона Уральского хребта. Паводок принимает уже значительно более растянутый характер и продолжается с конца апреля до июля. Осенью возможны паводки, вызванные дождями. Зимой река покрыта льдом не менее 5 месяцев, в течение которых она питается исключительно подземными водами (Очерки по гидрографии рек СССР, 1953).

В границах Курганской области р. Тобол имеет протяженность 441 км, протекает по территориям Звериноголовского, Куртамышского, Притобольного, Кетовского районов, городского округа Курган и Белозерского района. На территории г. Кургана река зарегулирована подпорной плотинной Курганского водохранилища.

Вода Тобола пресная высокоминерализованная (430-680 мг/дм³), очень жесткая (4,0-5,4 °Ж), по водородному показателю нормальная (7,43-8,32 ед. рН), по соотношению преобладающих ионов - хлоридного класса магниевой группы по классификации Алекина (Бессонов, Привезенцев, 1987). Река загрязняется от сточных вод промышленных и коммунальных предприятий г. Кургана. Превышения ПДК для рыбохозяйственных водоемов по фосфатам (2,1 ПДК), нитритам (1,2 ПДК) и ионам аммония (2,6 ПДК) обусловлены повышенной гумозностью почв водосборной площади. По значению TSI-индекса Карлсона (60-70) р. Тобол имеет черты

гидроэкосистемы эвтрофного типа, что обуславливает напряженный кислородный режим в конце лета и во второй половине зимы. В сентябре 2008 г. степень насыщения воды кислородом составила 52% .

В ихтиологическом отношении р. Тобол является мало изученным водотоком, в литературе встречаются лишь фрагментарные сведения об отдельных представителях ихтиофауны (Цеханович, 1948; Лузанская, Савина, 1956).

На р. Тобол добыча рыбы проводится рыбодобывающими организациями ежегодно. Промысел осуществляется по большей части ставными сетями и фитилями. Наиболее важное значение для промышленного рыболовства имеют плотва, лещ, карась, окунь и щука, чьи доли в уловах были равны соответственно 25,29, 15,96, 19,37, 15,05 и 18,35% за период 2007-2015 гг. (рис. 1). Промысловые уловы за последние 9 лет варьировали от 2,9 до 9,2 т (рис. 2). По нашим прогнозам, возможный вылов в реке составляет 30-35 т рыбы в год, таким образом, промысловый запас используется менее чем на треть.

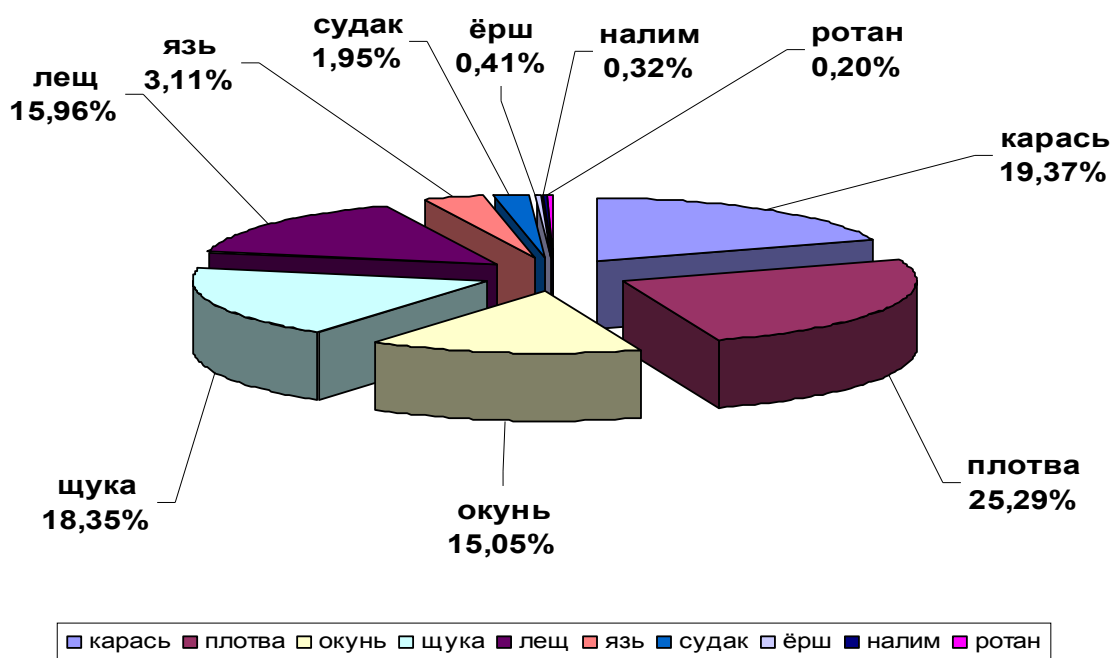


Рисунок 1. Структура промышленных уловов рыбы в р. Тобол на территории Курганской области за период 2007-2015 гг. (в процентах от массы уловов)

Объективно оценить интенсивность любительского и браконьерского лова не представляется возможным, но кратковременные наблюдения за интенсивностью этих видов лова дают основание предполагать, что вылов рыбаками-любителями и браконьерами существенно превышает промышленный.

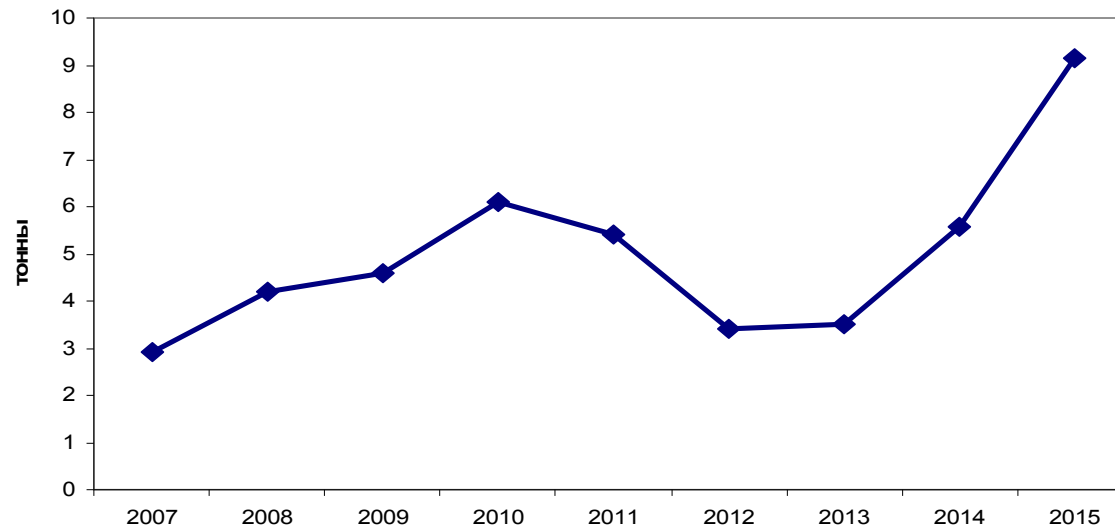
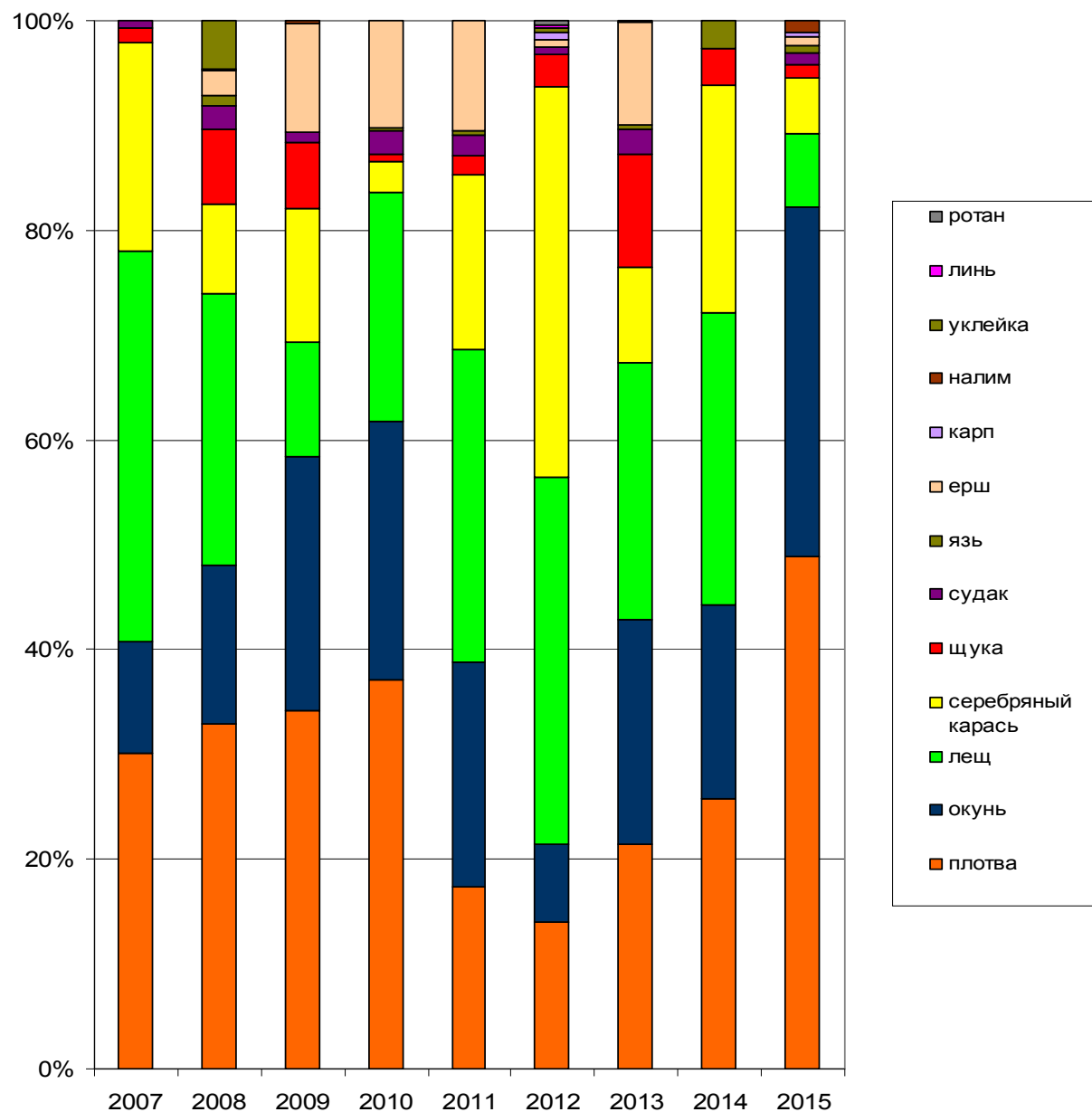


Рисунок 2. Динамика промышленных уловов рыбы в р. Тобол за 2007-2015 гг.

Ежегодные ихтиологические наблюдения на р. Тобол проводились сотрудниками Уральского филиала ФГБНУ «Госрыбцентр» с 2007 г. в рамках программы ресурсных исследований. Рыба отлавливалась ставными сетями в весенний период (конец апреля – начало мая) на участке среднего течения реки (на территории Белозерского района) на протяжении пяти дней ежесуточно выставлялось около 200 м сетей с размером ячеи 12-70 мм. В 2007 и 2008 гг. кроме весенних наблюдений также проводился контрольный лов в осенний период (сентябрь). Возраст у карповых, окуневых и щуки определялся по чешуе, у налима – по отолидам (Правдин, 1967).

По данным контрольных уловов за девять лет, ихтиофауна р. Тобол ниже города Кургана насчитывала 13 видов рыб: щука (*Esox lucius* L.), лещ (*Abramis brama* L.), язь (*Leuciscus idus* L.), плотва (*Rutilus rutilus* L.), карась серебряный (*Carassius auratus gibelio* Bloch), уклейка (*Alburnus alburnus* L.), линь (*Tinca tinca* L.), карп (*Cyprinus carpio carpio* L.), окунь (*Perca fluviatilis* L.), судак (*Stizostedion lucioperca* L.), ерш (*Gymnocephalus cernuus* L.), ротан (*Perccottus glenii* Dybowski), налим (*Lota lota* L.). В контрольных уловах преобладали плотва, окунь, лещ, серебряный карась и щука, на долю которых приходится не менее 88% отловленных рыб (рис. 3). Из 13 выявленных нами в реке видов 8 являются аборигенными, а лещ, карп, уклейка, судак и ротан появились в составе ихтиофауны в результате преднамеренной и непреднамеренной интродукции в XX в.



в контрольных уловах за 2007-2015 гг.

По литературным данным (Цеханович, 1948; Лузанская, Савина, 1956) и опросным сведениям, в Тоболе и связанных с ним пойменных озерах встречаются также елец (*Leuciscus leuciscus* L.), золотой карась (*Carassius carassius* L.), пескарь (*Gobio gobio* L.), сибирская щиповка (*Cobitis melanoleuca* Nichols). Ранее для ихтиофауны указывались стерлядь (*Acipenser ruthenus* L.) и нельма (*Stenodus leucichthys* Guldenstadt), но в последние десятилетия информация о встречаемости данных видов отсутствует.

Ниже приводится краткое описание биологических характеристик представителей ихтиофауны р. Тобол.

Плотва – один из преобладающих видов в уловах. Размерно-весовые характеристики имеют довольно широкий разброс в связи со смешением локальных стад, не выходящих из реки и периодически перемещающихся для нагула в пойменные озера. Предельный возраст плотвы составляет девять лет при длине тела 257 мм и массе 412 г. Усредненные размеры по возрастным группам представлены в табл. 1.

Половой зрелости плотва достигает в 2-3 года при длине тела 120-130 мм. Темп роста можно охарактеризовать как средний. Анализ возрастного состава плотвы за последние семь лет свидетельствует о значительном увеличении возраста вылавливаемых рыб, что указывает на формирование высокоурожайных поколений многоводного периода 2006-2007 гг. и свидетельствует о минимальном воздействии промыслового и других видов лова на ее популяцию.

Таблица 1. **Размерно-весовые показатели плотвы р. Тобол в 2007-2014 гг.**

Возраст, лет	Масса, г		Длина, мм		Коэффициент упитанности по Фультону		Кол-во экз.	
	средняя ($x_{cp.}$)	ошибка среднего ($SDx_{cp.}$)	средняя ($x_{cp.}$)	ошибка среднего ($SDx_{cp.}$)	средняя ($x_{cp.}$)	ошибка среднего ($SDx_{cp.}$)	шт.	%
1	8,1	0,41	79,4	1,11	1,70	0,04	8	0,84
2	37,2	1,54	119,7	3,72	1,81	0,06	48	5,02
3	48,4	2,03	132,5	5,06	1,88	0,06	159	16,63
4	98,5	9,17	155,2	10,49	2,00	0,11	201	21,03
5	106,3	7,46	176,7	13,51	2,15	0,13	230	24,06
6	166,4	8,10	187,8	3,19	2,05	0,08	167	17,47
7	168,0	6,98	189,2	6,73	1,98	0,09	103	10,77
8	209,0	4,86	191,7	11,65	2,10	0,08	37	3,87
9	398,3	10,16	255,0	4,84	2,35	0,09	3	0,31

Окунь также является одним из обычных видов. Предельный возраст окуня составляет десять лет при длине тела 290 мм и массе 591 г. Спектр размерно-весовых показателей по возрастным группам представлен в табл. 2. Половой зрелости окунь достигает в 2-3 года при длине тела 110-125 мм. Темп роста можно охарактеризовать как средний. Изменение возрастного состава окуня в сторону преобладания старших возрастных групп указывает, как и у плотвы, на формирование высокоурожайных поколений многоводного периода 2006-2007 гг. и свидетельствует о минимальном воздействии промыслового и других видов лова на его популяцию.

Лещ не является аборигенным видом р. Тобол. Его проникновение, вероятно, проходило двумя путями – через систему Исети (левого притока Тобола) и спуском из находящегося в верхнем течении Тобола водохранилища Каратомар, где этот вид был акклиматизирован в XX в. Сейчас лещ в реке достигает большой численности, зафиксированный предельный возраст составляет 13 лет при длине тела 470 мм и массе 2095 г. В целом возрастной состав леща за весь описываемый период был довольно стабилен. Показатели линейно-весового роста и упитанности по сравнению с 2013 г. значительно увеличились и стали сравнимы с таковыми в многоводный период 2007-2011 гг. Усредненные размеры за 2007-2014 гг. по возрастным группам представлены в табл. 3. Половая зрелость у самцов и самок наступала в возрасте от пяти до семи лет при длине тела 245–265 мм.

Таблица 2. Размерно-весовые показатели окуня р. Тобол в 2007-2014 гг.

Возраст, лет	Масса, г		Длина, мм		Коэффициент упитанности по Фультону		Кол-во экз.	
	средняя ($x_{cp.}$)	ошибка среднего ($SDx_{cp.}$)	средняя ($x_{cp.}$)	ошибка среднего ($SDx_{cp.}$)	средняя ($x_{cp.}$)	ошибка среднего ($SDx_{cp.}$)	шт.	%
1	7,5	1,16	76,5	4,14	1,57	0,08	2	0,26
2	22,2	2,23	109,3	4,36	1,69	0,07	47	6,06
3	41,7	4,30	129,7	4,08	1,95	0,14	86	11,08
4	67,2	4,99	147,4	5,13	2,06	0,13	170	21,91
5	110,8	5,10	174,4	6,10	2,06	0,29	160	20,62
6	148,7	14,55	193,4	5,43	1,99	0,16	164	21,13
7	194,2	17,04	209,4	6,71	2,08	0,12	93	11,98
8	381,1	16,89	253,8	7,04	2,16	0,09	46	5,93
9	375,0	35,39	259,7	6,99	2,12	0,08	6	0,77
10	518,0	78,55	285,5	40,87	2,23	0,11	2	0,26

Таблица 3. Размерно-весовые показатели леща р. Тобол в 2007-2014 гг.

Возраст, лет	Масса, г		Длина, мм		Коэффициент упитанности по Фультону		Кол-во экз.	
	средняя ($x_{cp.}$)	ошибка среднего ($SDx_{cp.}$)	средняя ($x_{cp.}$)	ошибка среднего ($SDx_{cp.}$)	средняя ($x_{cp.}$)	ошибка среднего ($SDx_{cp.}$)	шт.	%
1	33,4	4,11	120,0	3,17	1,67	0,04	12	1,44
2	56,2	6,55	139,8	3,20	1,80	0,05	22	2,64
3	136,1	8,07	192,2	6,75	1,79	0,08	56	6,72
4	200,9	12,24	209,5	6,92	2,00	0,04	86	10,32
5	311,6	7,41	245,2	10,09	1,99	0,04	217	26,05
6	481,6	12,36	276,9	12,68	2,12	0,05	150	18,01
7	731,7	38,97	313,8	11,30	2,16	0,10	160	19,21
8	1028,1	77,85	343,1	12,00	2,27	0,12	67	8,04
9	1058,0	102,36	356,6	10,43	2,26	0,08	37	4,44
10	1753,3	111,64	403,1	11,78	2,37	0,07	19	2,28
11	1495,7	122,51	407,5	9,35	2,20	0,05	4	0,48
13	2117,8	134,14	452,5	8,57	2,31	0,07	3	0,36

Серебряный карась. Численность этого вида в реке в значительной степени зависит от общего уровня водности, поскольку при высоком уровне воды увеличивается интенсивность его миграции в реку из пойменных озер. В наших уловах встречался карась промысловой длиной от 95 до 265 мм, относящийся к возрастным группам 1-12 лет. Показатели линейно-веса карася в р. Тобол выше, чем во многих озерах Курганской области, предельный возраст составляет 12 лет при длине тела 340 мм и массе 1400 г. Половой зрелости самки достигают на втором году жизни по достижении длины около 100 мм, самцы нами не встречены. Линейно-весовые показатели за 2007-2014 гг. по возрастным группам представлены в табл. 4.

Таблица 4. Размерно-весовые показатели серебряного карася р. Тобол в 2007-2014 гг.

Возраст, лет	Масса, г		Длина, мм		Коэффициент упитанности по Фультону		Кол-во экз.	
	средняя ($x_{cp.}$)	ошибка среднего ($SDx_{cp.}$)	средняя ($x_{cp.}$)	ошибка среднего ($SDx_{cp.}$)	средняя ($x_{cp.}$)	ошибка среднего ($SDx_{cp.}$)	шт.	%
1	3,3	0,15	48,0	1,13	2,63	0,06	3	0,56
2	36,4	3,50	103,4	2,59	3,02	0,06	38	7,08
3	66,2	3,44	126,7	3,00	3,07	0,10	75	13,97
4	106,3	5,22	144,0	4,04	3,39	0,11	111	20,67
5	192,9	7,84	175,0	3,88	3,46	0,08	112	20,86
6	268,5	6,02	194,7	4,13	3,49	0,08	85	15,83
7	393,8	11,14	219,8	4,65	3,50	0,12	62	11,55
8	559,5	29,33	247,2	5,21	3,63	0,09	34	6,33
9	764,3	35,53	273,8	5,75	3,72	0,11	13	2,42
10	958,3	-	300,0	-	3,53	-	1	0,19
11	865,0	-	282,5	-	3,82	-	1	0,19
12	1384,0	56,29	333,0	6,62	3,74	0,08	2	0,37

Ёрш – обычный вид в реке, основная часть популяции в возрасте не более трех лет. Предельный возраст ерша составляет пять лет при длине тела 150 мм и массе 89 г. Спектр размерно-весовых показателей представлен в табл. 5. Половой зрелости ерш достигает в возрасте двух лет при длине тела 70-75 мм.

Таблица 5. Размерно-весовые показатели ерша р. Тобол в 2007-2014 гг.

Возраст, лет	Масса, г		Длина, мм		Коэффициент упитанности по Фультону		Кол-во экз.	
	средняя ($\bar{x}_{\text{ср.}}$)	ошибка среднего ($SD\bar{x}_{\text{ср.}}$)	средняя ($\bar{x}_{\text{ср.}}$)	ошибка среднего ($SD\bar{x}_{\text{ср.}}$)	средняя ($\bar{x}_{\text{ср.}}$)	ошибка среднего ($SD\bar{x}_{\text{ср.}}$)	шт.	%
1	7	1,49	73,3	2,87	1,70	0,04	4	2,07
2	24,55	1,01	108	2,13	1,84	0,04	49	25,39
3	27,3	1,24	120,5	1,04	1,77	0,06	117	60,62
4	39,6	2,12	127,35	2,28	1,91	0,04	20	10,36
5	60	4,73	146,7	3,33	1,91	0,10	3	1,55

Щука является обычным видом. Зафиксированный предельный возраст – семь лет, усредненные размеры щук в этом возрасте: масса - 2650 г, длина тела – 655 мм. Большая часть популяции представлена особями в возрасте не более пяти лет. Показатели линейно-весового роста и упитанности щуки р. Тобол подвержены довольно значительным колебаниям. В целом показатели роста могут быть охарактеризованы как средние. Половое созревание наступает в возрасте трех лет при длине тела около 300 мм. Размерно-весовые параметры щуки по возрастам приведены в табл. 6. В некоторые годы наблюдаются неблагоприятные условия для ее размножения, что приводит к кратковременным депрессиям численности. Вскрытие желудочно-кишечных трактов показало, что обычными объектами питания щуки являются плотва и окунь.

Таблица 6. Размерно-весовые показатели щуки р. Тобол в 2007-2014 гг.

Возраст, лет	Масса, г		Длина, мм		Коэффициент упитанности по Фультону		Кол-во экз.	
	средняя ($\bar{x}_{\text{ср.}}$)	ошибка среднего ($SD\bar{x}_{\text{ср.}}$)	средняя ($\bar{x}_{\text{ср.}}$)	ошибка среднего ($SD\bar{x}_{\text{ср.}}$)	средняя ($\bar{x}_{\text{ср.}}$)	ошибка среднего ($SD\bar{x}_{\text{ср.}}$)	шт.	%
1	231,0	5,66	195,0	4,01	1,12	0,05	4	2,21
2	214,7	14,43	277,3	6,34	1,01	0,03	43	23,76
3	357,3	54,10	341,8	11,43	0,87	0,07	52	28,73
4	567,5	67,58	392,3	14,09	0,93	0,08	45	24,86
5	1017,0	101,25	477,7	20,84	0,91	0,07	23	12,71
6	1572,1	113,43	555,4	17,76	0,90	0,05	11	6,08
7	2650,5	160,33	655,0	19,29	0,95	0,07	3	1,66

Судак, так же как и лещ, не является аборигенным видом р. Тобол. Его появление в ихтиофауне реки – результат распространения из рек Исеть и Иртыш, где он был акклиматизирован ранее. В целом судак немногочислен, предельный возраст составляет девять лет при длине тела 500 мм и массе 2095 г. Размерно-весовые показатели по возрастным группам представлены в табл. 7.

Таблица 7. Размерно-весовые показатели судака р. Тобол в 2007-2014 гг.

Возраст, лет	Масса, г		Длина, мм		Коэффициент упитанности по Фультону		Кол-во экз.	
	средняя ($x_{cp.}$)	ошибка среднего ($SDx_{cp.}$)	средняя ($x_{cp.}$)	ошибка среднего ($SDx_{cp.}$)	средняя ($x_{cp.}$)	ошибка среднего ($SDx_{cp.}$)	шт.	%
1	284,2	24,97	278,7	23,11	1,30	0,05	3	5,77
2	345,4	34,33	295,5	17,45	1,34	0,04	12	23,08
3	239,5	20,11	260,2	14,28	1,34	0,04	10	19,23
4	788,2	39,34	376,1	26,02	1,47	0,06	7	13,46
5	1251,5	44,24	454,4	28,66	1,38	0,07	16	30,77
7	1705,6	65,23	450,0	28,07	1,70	0,05	3	5,77
9	2320	-	500	-	1,86	-	1	1,92

Темпы роста судака можно охарактеризовать как средние. Половая зрелость наступает в 3-4 года при длине тела свыше 290 мм. Возрастной состав судака подвержен значительным колебаниям, что можно объяснить нестабильными условиями его размножения и значительным прессом со стороны любительского и браконьерского видов лова.

Язь – немногочисленный вид в контрольных уловах, попадает не каждый год. Предельный возраст его составляет семь лет при длине тела 380 мм и массе 1153 г. Половая зрелость наступает в 3-4 года при длине тела не менее 220 мм. Спектр размерно-весовых показателей язя по возрастным группам представлен в табл. 8.

Таблица 8. Размерно-весовые показатели язя р. Тобол в 2007-2014 гг.

Возраст, лет	Масса, г		Длина, мм		Коэффициент упитанности по Фультону		Кол-во экз.	
	средняя ($x_{cp.}$)	ошибка среднего ($SDx_{cp.}$)	средняя ($x_{cp.}$)	ошибка среднего ($SDx_{cp.}$)	средняя ($x_{cp.}$)	ошибка среднего ($SDx_{cp.}$)	шт.	%
2	109,3	7,24	181,7	10,09	1,82	0,03	3	11,54
3	231,0	11,60	225,0	8,18	1,94	0,07	4	15,38
4	318,6	30,37	249,4	10,5	2,00	0,09	8	30,77
5	462,7	30,16	276,7	5,27	2,17	0,05	9	34,62
6	972	-	370	-	1,92	-	1	3,85
7	1153	-	380	-	2,10	-	1	3,85

Налим, карп, уклейка, линь и ротан встречались в наших уловах единично.

Налим попадался в контрольных уловах три раза, предельный возраст – 7 лет при длине 580 и массе 1380 г. Карп был пойман дважды: две особи в возрасте 4 и 5 лет при размерах 310 и 330 мм и массе 970 и 1155 г соответственно. Уклейка была отловлена в количестве 27 экз., ее предельный возраст – три года, наибольшая длина особи составила 130 мм при массе 19 г. Линь был пойман один раз (возраст – 4 года, длина тела - 195 мм, масса – 199 г). Ротан также попадался лишь один раз (возраст – 4 года, длина тела - 130 мм, масса – 53 г).

Таким образом, имеется значительный потенциал для рыбохозяйственного освоения р. Тобол. Наблюдаемое смещение возрастного состава в сторону преобладания старших возрастных групп у основных промысловых видов - плотвы, окуня и серебряного карася - свидетельствует о недостаточно интенсивном промысле этих видов. Также прослеживается недоиспользование промысловых запасов леща. Существующие запасы позволяют обеспечивать уловы порядка 30–35 т рыбы в год. Для достижения данных показателей целесообразно увеличение интенсивности промысла и расширение сети рыбопромысловых участков.

Литература

Бессонов Н.М., Привезенцев Ю.А. Рыбохозяйственная гидрохимия. – М.: Агропромиздат, 1987. – 158 с.

Лузанская Д.И., Савина Н.О. Рыбохозяйственный водный фонд и уловы рыбы во внутренних водоемах СССР (справочник). – М.-Л.: изд. ВНИОРХ, 1956. – 514 с.

Очерки по гидрографии рек СССР. - М.: Изд-во АН СССР, 1953. - 324 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. - М.: Пищевая пром-сть, 1967. – 375 с.

Цеханович Ю.В. Книга рыбака-любителя. – Свердловск: ОГИЗ СВЕРДЛГИЗ, 1948. – 184 с.

THE FISH FAUNA OF THE RIVER TOBOL IN THE KURGAN OBLAST AND PERSPECTIVES OF FISHERY

A.A. Churakov

Ural Branch of FSUE «Gosrybtsentr», Ekaterinburg, grc-ural@mail.ru

The article describes modern species composition of the fish fauna of the river Tobol in the Kurgan Oblast, given the biological characteristics of the main commercial fish species. Installed, that commercial catches of most species of fish can be increased.

СОДЕРЖАНИЕ

О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ И СОЛЕННОСТИ ВОДЫ НА ФИЛЬТРАЦИОННУЮ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОМОРСКОЙ МИДИИ (*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAMARCK, 1819)

М.Э. Шахназарян, А.П. Золотницкий

Кафедра водных биоресурсов и марикультуры ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», Керчь
meline_1987@mail.ru, zap6@mail.ru

Мидии (Mytilidae, Bivalvia) - одно из наиболее широко распространенных семейств двустворчатых моллюсков, являющихся важным объектом промысла и морской аквакультуры (Fishery and Aquaculture Statistics, 2009). В связи с этим для расширенного воспроизводства различных видов мидий большое значение приобретают эколого-физиологические исследования различных аспектов их жизнедеятельности.

Важнейшей характеристикой процессов, протекающих в морских организмах, признана оценка скорости потребленной и усвоенной (ассимилированной) пищи. Именно энергия пищи является основой для последующего биосинтеза тех или иных соединений, необходимых для пластических процессов и энергетического обмена различных органов и тканей организма. В связи с этим в задачу настоящей работы входило выявление некоторых количественных закономерностей фильтрационного питания черноморской (средиземноморской) мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) в зависимости от ряда наиболее важных экологических факторов - массы тела, температуры и солёности воды.

Моллюсков собирали в Керченском проливе с обрастаний пирса в 2011-2013 гг. После сбора мидий содержали обычно в течение суток в аквариумах с целью освобождения их желудочно-кишечного тракта от содержимого. Изучение фильтрационной активности моллюсков проводили непрямым методом (Алимов, 1981) по разнице концентрации (K , мг/л) одноклеточной водоросли *Nitzschia* sp. В начале и конце опыта. Скорость фильтрации мидий определяли по формуле Голда (Алимов, 1981; Методы изучения..., 1990):

$$F = \frac{\ln K_0 - K_t}{n \cdot t} \cdot V$$

где F – скорость фильтрации ($\text{л} \cdot \text{час}^{-1} \cdot \text{экз}^{-1}$), K_0 и K_t – начальная и конечная численность (биомасса) альгофлоры, n – число моллюсков, t - продолжительность опыта (час). Начальную плотность водорослей устанавливали непосредственно перед экспериментом прямым счетом в камере Фокса-Розенталя. При проведении исследований учитывали скорость небиологического оседания концентрации фитопланктона в контрольных сосудах без животных за тот же отрезок времени. По завершении опыта оставшиеся водоросли концентрировали с помощью воронки обратной фильтрации, после чего определяли их плотность.

При изучении влияния размеров тела на фильтрационную активность использовали моллюсков массой 0,18-28,9 г (со створкой). При изучении влияния температуры на скорость фильтрации брали две размерные группы: 20 ± 1 и 40 ± 1 мм.

Для определения совместного влияния температуры и солености воды на скорость фильтрации мидий проводили опыты по схеме полного факторного эксперимента 22 (Холодов? 2014) на особях, акклиматизированных в течение 3 суток к соответствующей температуре и солености. Интервалы варьирования исследуемых факторов приведены в таблице. Всего было поставлено 4 опыта, каждый в 3 повторностях.

Факторы	Уровень			Интервалы варьирования
	-	0	+	
X ₂ - температура воды (°C)	10	14	18	± 4
X ₁ - соленость воды (‰)	11	14	17	± 3

Проведённые исследования показали, что у мидий, как и у других видов моллюсков (Алимов, 1981), скорость фильтрации тесно связана с массой тела и описывается степенной функцией (рис. 1):

$$F = a \cdot W^b,$$

где F – скорость фильтрации (л·час⁻¹·экз.⁻¹), W – масса тела (г). Константа a отражает величину обмена у животного, масса которого равна единице, тогда как параметр b показывает удельную скорость изменения фильтрационной активности при возрастании массы организма. При 12 °C зависимость скорости фильтрации от массы тела в двойной логарифмической системе координат описывается уравнением:

$$F = 2,46 \cdot W^{0,53 \pm 0,05a}, 055, n = 22, R^2 = 0,836. \quad (1)$$

На основе этого уравнения при данных условиях опыта можно определить скорость фильтрации в зависимости от сухой массы мягких тканей черноморской мидии.

Кроме размеров тела фильтрационная активность моллюсков может существенно варьировать в зависимости от различных экологических факторов – температуры, солености, физиологического состояния (степень зрелости половых желез), насыщенности воды кислородом, объема сосуда и др.

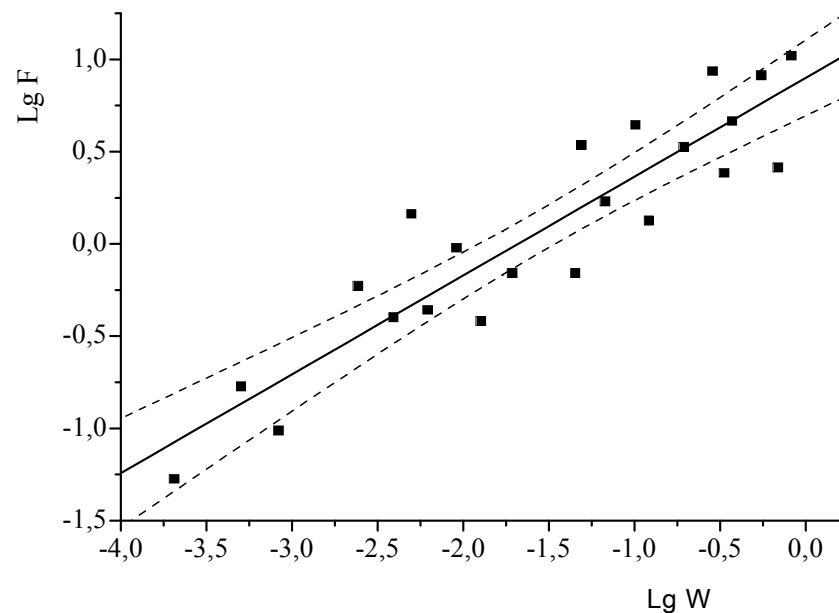


Рисунок. 1. Зависимость скорости фильтрации (F) от сухой массы мягких тканей мидии ($T = 12^{\circ}\text{C}$, $S = 15,3\%$)
Пунктирные линии - 95%-ный доверительный интервал

В связи с этим нами исследована скорость фильтрации у 2 групп мидий размером 20 ± 1 и 40 ± 1 мм у животных, полностью акклимированных к температуре среды обитания (собранных в природных условиях). Опыты, проведённые на обеих группах опытных животных, показали, что наиболее низкая скорость фильтрации наблюдается при температуре 5°C , с повышением температуры воды фильтрационная активность возрастает, достигая максимальных значений при температуре 18°C . Однако дальнейшее повышение температуры до 23°C заметно угнетало фильтрационную активность животных (рис. 2).

Вероятно, оптимум фильтрации черноморской мидии приходится на температуру, близкую к 18°C . В то же время анализ полученных материалов свидетельствует о том, что возрастание фильтрационной активности в каждой группе несколько отличалось друг от друга. Если в более мелкой группе (20 ± 1 мм) изменение коэффициента Q_{10} с 5 до 12°C составляло 2,49, а при $12\text{--}18^{\circ}\text{C}$ - 1,98, т.е. достаточно близко следовало широко известной "кривой Крота" (Алимов, 1981) и к постоянному значению Q_{10} , равному 2,25 (Винберг, 1983), то в более крупной группе (40 ± 1 мм) в указанных температурных интервалах величина Q_{10} была заметно ниже - соответственно 1,92 и 1,56. Возможно, это было обусловлено изменением физиологического состояния моллюсков, связанным со стадией развития половых желез. В целом же полученные данные достаточно хорошо соответствуют материалам других авторов (Финенко и др., 1990; Золотницкий, 2004).

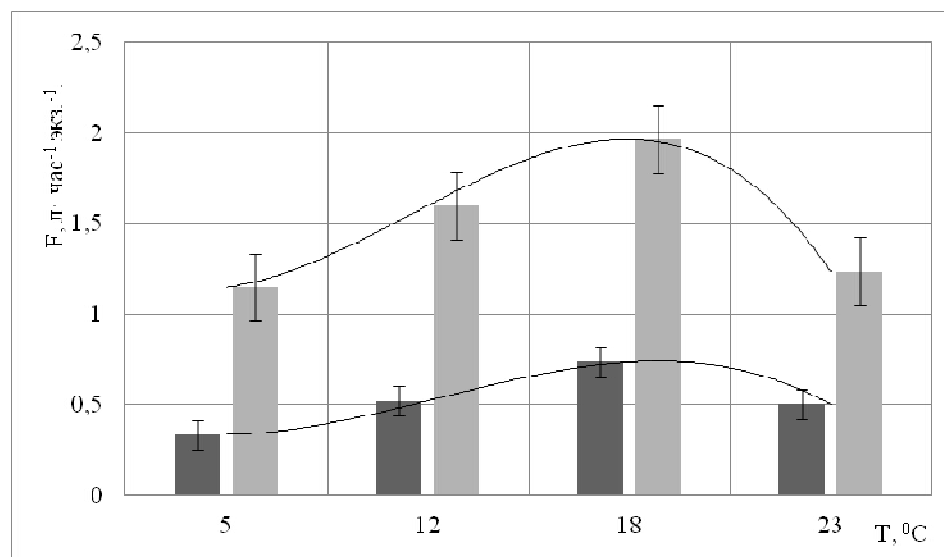


Рисунок. 2. Изменение скорости фильтрации мидий (F , л·час⁻¹·экз.⁻¹) при различной температуре воды (T , °C)

Наряду с сезонной изменчивостью температуры, большое значение на физиологические процессы может оказать соленость воды (Хлебович, 1981; Бергер, 1986). В Керченском проливе в зависимости от азовского или черноморского течения солёность может варьировать в достаточно широких пределах - 11-17‰. В связи с этим для оценки температуры и солености на скорость фильтрации было исследовано совместное действие 2 факторов на 2 уровнях – при температуре ($T = 14 \pm 4$ °C) и солености воды ($S = 14 \pm 3$ ‰) на моллюсках длиной 18-20 мм. Было установлено, что действие каждого фактора отдельно и совместное их влияние можно записать уравнением:

$$F = 0,52 + 0,197 \cdot T + 0,088 \cdot S + 0,006 \cdot T \cdot S \quad (2)$$

где F – скорость фильтрации (л·час⁻¹·экз.⁻¹).

Адекватность параметров уравнения регрессии (b_f) при 5%-ном уровне значимости составляла 0,035. Таким образом, при данных условиях эксперимента все коэффициенты, за исключением 3-го члена (взаимодействия T и S), оказались значимыми. Из уравнения (2) следует, что у одноразмерных особей наибольшее влияние на скорость фильтрации оказывает температура, эффективность которой была более чем в 2 раза выше солёности воды. Вместе с тем действие последней также нельзя не учитывать – из уравнения видно, что разница в минимальной и максимальной солености весьма значительна. В частности, если значение свободного члена ($b_0 = 0,52$) характеризует среднюю скорость фильтрации при температуре 14°C и солености 15‰, то при азовских и черноморских течениях, характерных для Керченского пролива (т.е. при варьировании солености от 11 до 17‰), мидии могут изменить скорость фильтрации и потребления пищи более чем на 30%.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что на фильтрационную активность мидий наиболее существенно влияют масса тела и температура воды. Роль солености воды заметно меньше, чем указанных выше факторов, однако она также может

оказывать влияние на скорость фильтрации моллюсков. На основе материалов по размерно-массовой структуры популяции, температурного и солевого и режимов можно оценить возможную эффективность питания и культивирования мидий в различных районах Черного моря.

Литература

- Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. - М.: Наука, 1981. - 248 с.
- Бергер В.Я. Адаптации и морских моллюсков к изменениям солености воды. - Л.: Наука, 1986. - 216 с.
- Винберг Г.Г. Температурный коэффициент Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса в биологии // Журн. общей биологии. – 1983. - Т. 1. - С. 31-42.
- Золотницкий А.П. Биологические основы культивирования промысловых двустворчатых моллюсков (*Bivalvia*, *Mytiliformes*) в Черном море. Автореф. докт. дис. - Киев: Ин-т гидробиологии, 2004. - 39 с.
- Методы изучения двустворчатых моллюсков. - Л.: Труды Зоол. ин-та АН СССР, 1990. - Т. 219. – 208 с.
- Финенко Г.А., Романова З.А., Аболмасова Г.И. Экологическая энергетика черноморской мидии // Биоэнергетика гидробионтов. – Киев: Наукова думка, 1990. - С. 32-71.
- Хлебович В.В. Акклимация животных организмов. - Л.: Наука, 1981. – 135 с.
- Холодов В.И. Планирование экспериментов в гидробиологических исследованиях. – Севастополь, 2014. – 182 с.
- Fishery and Aquaculture Statistics. – ФАО. – Rome, 2009. – 101 p.

THE EFFECT OF TEMPERATURE AND SALINITY ON FILTRATION ACTIVITY OF BLACK SEA MUSSEL (*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*, LAMARCK, 1819)

M.E. Shakhnazaryan, A.P. Zolotnitskiy

Department of water bioresources and mariculture FSBEI HE "KSMTU", Kerch, meline_1987@mail.ru, zap6@mail.ru

The influence of different environmental factors on the filtration rate of the Black Sea (Mediterranean) mussels was studied during different seasons. It was shown that the filtration rate was closely related with weight of shellfish and described by a degree function. It was found that with an increase in water temperature, mussel filtration activity increases, reaching a maximum at a temperature of 18°C. Further increase in temperature to 23°C reduces the filtration rate of the animals. Evaluation of temperature and salinity cooperative effect on the intensity of the mussel filtering, conducted by experiments on the circuit full-factorial experiment (2²). The greatest influence on filtration activity had water temperature, while the salinity effect on the shellfish was much lower (more than 2 times). At the same time, the salinity of the water also had a significant effect on the rate of mussel filtration.

ВОЗРАСТ И РОСТ СУДАКА (*SANDER LUCIOPERCA* (L.)), АККЛИМАТИЗИРОВАВШЕГОСЯ В ТУДАКУЛЬСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ УЗБЕКИСТАНА

Н.К. Шерматова, Б.Г. Камилов

Институт генофонда растительного и животного мира Академия наук Республики Узбекистан, Ташкент, sh.navruza@gmail.com

Судак (*Sander lucioperca* (L.)) был вселен в низовья р. Зарафшан в 1960-х гг. из р. Урал. К настоящему времени судак создал самовоспроизводящееся стадо и стал одним из основных промысловых объектов в Тудакульском водохранилище. Пробы чешуи для определения возраста и роста судака в водоеме проводили с ноября 2011 по октябрь 2012 г. Всего собрали выборку из 178 особей, включая 81 самку и 97 самцов. В выборке были особи в возрасте 1-6 гг., общей длиной тела 25–74 см, общей массой 72–4945 г. Зависимость между общей длиной тела (TL) и массой тела (W) имеет вид $W = 0.003 \cdot TL^{3.2639}$ ($r = 0,99$). Зависимость между общей длиной (TL) и длиной до конца чешуйного покрова (SL) имеет вид $TL = 1.0885 \cdot SL + 2.1825$ ($r = 0.99$). Средний темп роста, определенный методом обратного расчисления, был таким: $TL_1 - 26,4$ см, $TL_2 - 44,5$, $TL_3 - 53,4$, $TL_4 - 67,4$, $TL_5 - 70,4$, $TL_6 - 76,2$ см. Феномен Розы Ли не проявлялся, так как рыболовное предприятие на водохранилище ориентировано на лов только крупных (более 1,5 кг) рыб неводным ловом.

Введение

В естественном состоянии ихтиофауна бассейна р. Зарафшан (Узбекистан) включала всего 14 видов рыб, стада которых не создавали массовых скоплений. Многолетняя фактическая рыбопродуктивность водоемов бассейна составляла 1-3 кг/га. Водоемы бассейна в естественном состоянии не имели промыслового значения (Лузанская, 1965). При создании водохранилищ в 1960-1970-х гг. были проведены работы по направленному формированию промысловой ихтиофауны и кормовой базы (Камилов, 1972). В результате к середине 1970-х рыбопродуктивность водоемов повысилась до 10-20 кг/га. В число мер повышения рыбопродуктивности входило в середине 1960-х вселение ценного хищника - судака *Sander lucioperca* (L.) - с целью его акклиматизации (Абдуллаев, 1975; Urchinov, 1995). Судак прижился, стал размножаться и в итоге стал одним из основных промысловых объектов в нижнем течении р. Зарафшан. Многие аспекты биологии судака, в том числе возраст и рост, в водохранилище изучали после его вселения (Kamilov, Urchinov, 1995; Салихов и др., 2001). Но эти исследования проводили несколько десятилетий назад вскоре после создания водохранилища и на первых поколениях судака после вселения. Для корректного ведения промысла необходимы актуальные данные по возрастной структуре стада и роста рыб. В подобных исследованиях широко распространен анализ регистрирующих структур и ретроспективный анализ роста (Chugunova, 1963; Bagenal, Tesch, 1978; Cadima, 2003; etc.).

Тудакульское водохранилище является одним из самых важных рыбохозяйственных водоемов бассейна р. Зарафшан и всего Узбекистана. Оно создано для сбора ирригационной воды в нижнем течении реки (39°51'15"N 64°50'29"E) (рис. 1). Это аридная зона с резко континентальным климатом. Лето жаркое, среднемесячная температура в июле около 29°C, днем температура поднимается до 35-42°C и даже выше. Зима относительно холодная, в январе средняя месячная температура -2°C, водоемы со стоячей водой часто покрываются льдом на 1,5 месяца. Общая площадь водохранилища 22000 га, средняя глубина - 5, максимальная - 22 м.

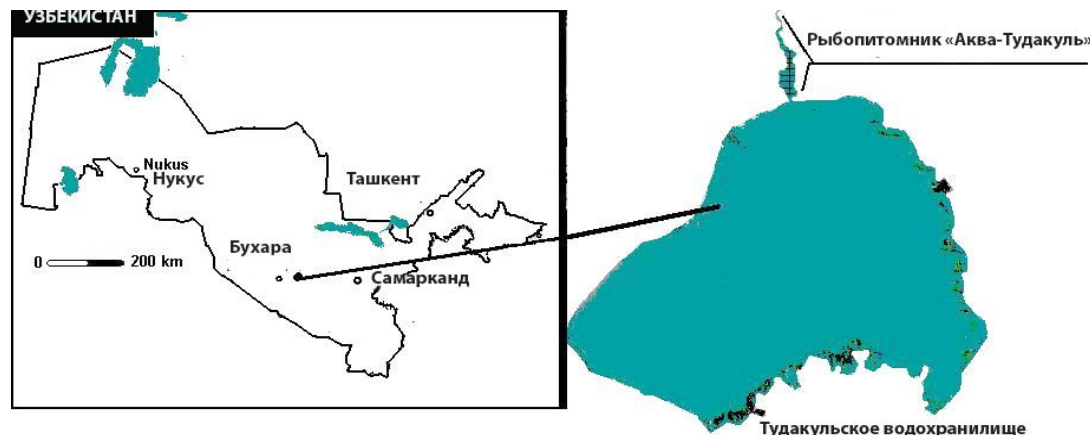


Рисунок 1. Тудакульское водохранилище, Узбекистан

Цель данного исследования заключалась в изучении возраста и роста судака в Тудакульском водохранилище.

Материал и методика

Пробы собирали каждые 15 дней с ноября 2011 по октябрь 2012 г в Тудакульском водохранилище в уловах из набора ставных сетей с ячейей 24, 32, 36, 40, 50, 60, 70, 90, 100, 110 и 120 мм. Анализировали всех пойманных рыб, измеряли общую длину тела (TL) и длину тела до конца чешуйного покрова (SL) с точностью до 1 мм, общую массу тела (W) с точностью до 1 г. Собирали чешую с участка поверхности тела под первым лучом спинного плавника выше боковой линии. В лабораторных условиях чешую очищали в воде и делали общепринятые препараты, которые изучали под бинокулярной лупой. Возраст определяли на основании количества годовых колец. Темп роста по годам жизни устанавливали методом обратного расчисления по методу Леа – Фрезера (Chugunova, 1963; Правдин, 1966).

Зависимость длины тела и массы тела определяли по уравнению Риккера (Ricker, 1975): $W = a * TL^b$, где W – общая масса тела, TL – общая длина тела, «a» и «b» - коэффициенты уравнения.

Результаты

Выборка включала всего 178 рыб, из которых 81 особь была самкой и 97 - самцами. Соотношение самок и самцов составляло 1:1,19. Анализ показал, что в выборке были особи в возрасте от 1 до 6 годов, общая длина тела была от 25 до 74 см, общая масса тела - от 72 до 4945 г. Не было достоверной разницы в размерах тела у рыб разного пола, поэтому мы объединили их в одну группу при анализе возраста и роста.

Зависимость между общей массой и общей длиной тела судака представлена на рис. 2. Зависимость достоверно характеризуется уравнением $W = 0.003 \cdot TL^{3.2639}$. Между рассматриваемыми показателями выявлена сильная положительная корреляция: $r = 0,99$.

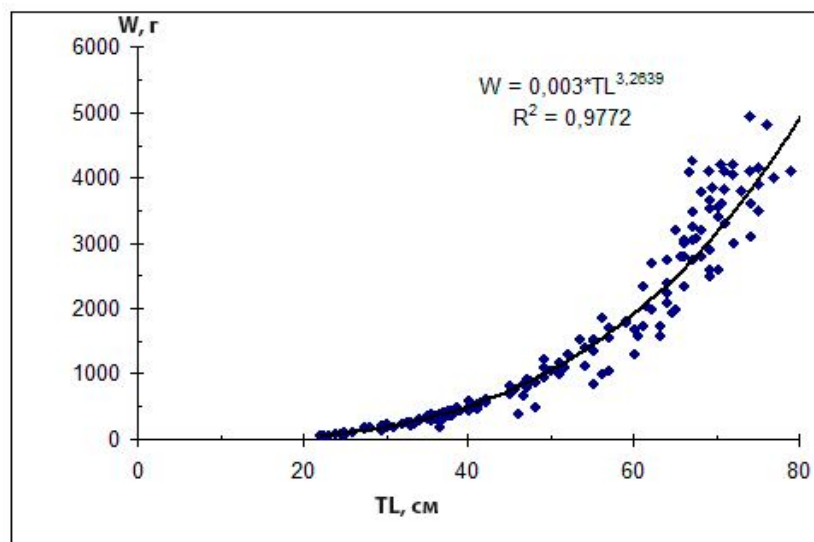


Рисунок 2. Зависимость общей массы тела (W, г) и общей длины тела (TL, см) судака Тудакульского водохранилища, Узбекистан

Сильная положительная корреляция выявлена между общей длиной тела и длиной тела до конца чешуйного покрова ($r = 0,998$); зависимость показателей достоверно характеризуется уравнением регрессии: $TL = 1.0885 \cdot SL + 2.1825$.

Эмпирический темп роста судака (наблюденные размеры тела у рыб разных годовых групп) приведен в табл. 1.

Таблица 1. **Общая длина и общая масса тела судака различных возрастных групп в Тудакульском водохранилище (над чертой - мин. – макс., под чертой - среднее)**

Показатель	Возраст, годы					
	1	2	3	4	5	6
TL (см)	<u>22 - 48</u> 32,6	<u>27,5 - 54</u> 40,7	<u>37,5 - 69</u> 53,9	<u>59 - 76</u> 69	<u>62 - 75</u> 68,4	<u>70,5- 81</u> 76,9
W (г)	<u>72-570</u> 273.8	<u>200-3100</u> 956.4	<u>445-3665</u> 1471	<u>1820-4945</u> 3476	<u>2705-4110</u> 3379	<u>3600-4200</u> 3975
Количество рыб	33	77	20	34	5	6

Данные по темпу роста рыб, полученные методом обратного расчисления, приведены в табл. 2. Отметим, что феномен Розы Ли у судака Тудакульского водохранилища мы не выявили.

Таблица 2. **Темп роста судака Тудакульского водохранилища по данным обратного расчисления**

Поколение разных лет	Возраст, годы	Количество рыб	Общая масса тела (TL) по годам жизни, см					
			TL ₁	TL ₂	TL ₃	TL ₄	TL ₅	TL ₆
2011	1	33	26,24					
2010	2	77	26,13	43,11				
2009	3	20	25,26	42,35	52,80			
2008	4	34	28,31	50,29	63,14	69,23		
2007	5	5	23,41	37,23	50,40	61,07	68,25	
2006	6	6	26,24	41,48	54,76	62,05	72,17	76,20
Среднее			26,40	44,45	53,35	67,37	70,39	76,20
Средний годовой прирост, см			26,40	18,05	8,90	14,02	3,02	5,81

Обсуждение

Судак был вселен в водоемы равнинной зоны бассейна р. Зарафшан в 1960-х гг. для увеличения рыбопродуктивности вновь создаваемых водохранилищ ирригационной системы. Судак прижился и стал размножаться, создал значимые стада и стал одним из основных объектов промысла уже с 1970-х гг.

В Тудакульском водохранилище с 2003 г. осуществляется пастбищное рыболовство в рыбхозе «Аква-Тудакуль», в котором оборудован прудовый рыбопитомник на берегу водоема, где выращивают крупных сеголетков культивируемых карповых рыб и зарыбляют ежегодно водохранилище с 2004 г. по настоящее время: карпом (*Cyprinus carpio*) с плотностью посадки в разные годы 19-150 шт/га (в среднем 70 шт/га/год), белым толстолобиком (*Hypophthalmichthys molitrix*) - 5-33 (12), пестрым толстолобиком (*H. nobilis*) - 5-33 (12), белым амуром (*Ctenopharyngodon idella*) - 3-28 (15) шт/га. Сеголетки в разные годы имели средний размер при зарыблении 74–154 г. Основная стратегия предприятия – облов только крупных рыб разных видов (минимум – 1,5 кг), для чего лов осуществляют только неводами (в разные годы 5-8 неводов с ячеей не менее 70 мм). С началом облова промвозврата от первого зарыбления (с 2007 г.) общий улов рыбы составлял 780–2000 т рыбы в год (до введения режима пастбищной аквакультуры лов в водохранилище был равен 175–220 т/год). Применяемый режим промысла благоприятно влияет на стада обитающих рыб, включая судака, так как неполовозрелые возрастные группы не облавливаются. Уловы судака в водоеме составляли 2,4–5,6 т/год в 1994-2003 гг. и увеличились до 163,7–377,8 т/год с 2006-го года до настоящего времени.

Определение возраста и роста рыб позволяет получить важную информацию о состоянии стада в условиях промысла и скорректировать управление им (Klumb et al., 1999; Campana, 2001).

Судак в условиях водохранилищ среднего течения р. Зарафшан созревает в возрасте 3-4 года (Камилов, 1972; Камилов и др., 1994). Наши данные показывают, что в настоящее время 1-4-годовалые возрастные группы судака в водоеме многочисленны (19-44% от общей численности) в структуре судака (см. табл. 1). Если возрастная структура стада разнообразной, то это свидетельствует о хорошей обеспеченности пищей и благоприятных условиях обитания (Никольский, 1965).

Особо важные сведения о состоянии стада дает сравнение роста судака в разных частях ареала вида. Традиционно ихтиологи бывшего СССР (а ныне – стран СНГ) в подобных исследованиях в качестве показателя длины тела использовали длину до конца чешуйного покрова, а во многих других странах - общую длину тела. Вследствие этого мы собрали литературные данные о росте судака в разных частях ареала по обоим показателям (табл. 3). Видно, что судак Тудакульского водохранилища обладает быстрым ростом при сравнении с популяциями других водоемов ареала в пределах умеренного климата.

Таблица 3. Рост судака в разных местах ареала

Регион	Длина тела*	Длина тела по годам жизни, см								Авторы
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Талимарджанское вдхр., Узбекистан	SL	17,3	28,8	38,3	44,1	48,6	51,6			Kamilov, Urchinov, 1995
Южносур-ханское вдхр., Узбекистан	SL	22,5	35,5	43,4	51,7	59,7				Kamilov, Urchinov, 1995
Дельта р. Урал	SL	15,8	23,7	30,5	35,6	41,9				Дукравец, 1965
Река Амур	SL	10,8	18,6	26,1	32,0	34,8	42,2	45,2	47,6	Семенченко, Подорожнюк, 2014
Озеро Stzetch, Венгрия	SL	17,1	26,7	34	40,6	46,9	53	55,9		Harka, 1977
Озеро Eğirdir, Турция	TL	18,5	24,7	30,4						Balik et al., 2004
Финский залив, Финляндия	TL	-	18,8	25,8	31,9	38,2	40	41,6	44,2	Lehtonen, 1983
Озеро Ivösjön, Швеция	TL	13,8	24,8	35,2	44,2	51,1	57	63,5	67,7	Svardson, Molin, 1973
Песчаный карьер Créteil, Франция	TL	9,1	20,1	31,6	41,7	49,1	54,6	59,5		Gerdeaux, 1986
Лагуна Vaccares, Франция	TL	23	42,5	51,5	59	66	71			Goubier, 1975
Озеро Peipsi, Эстония	TL	12,7	20,7	28,8	36,7	43	49,1	54,3	58,5	Kangur, Kangur, 1996
Тудакульское вдхр., Узбекистан	SL	22,3	38,8	47	59,9	62,7	68			Наши данные
	TL	26,4	44,5	53,4	67,4	70,4	76,2			

*TL – общая длина тела, SL – длина тела до конца чешуйного покрова.

Заключение

Условия Тудакульского водохранилища и режим пстбищной аквакультуры, осуществляемый на водоеме с ориентацией на лов крупных рыб, благоприятны для состояния стада судака. Об этом свидетельствует, в том числе, отсутствие феномена Розы Ли, т.е. в первые 3-4 года жизни из пополнения не изымаются быстрорастущие особи поколения. Опыт промыслового режима, проводимого на Тудакульском водохранилище, можно рекомендовать для внедрения в других равнинных водоемах Узбекистана и соседних стран региона.

Литература

- Абдуллаев М.А. Ихтиофауна озер низовьев р. Зарафшан и ее использование в промысле // Узбекский биологический журнал. - 1975. - № 5. – 68 с.
- Дукравец Г.М. Результаты акклиматизации рыб в озерах бассейна р. Талас. Автореф. канд. дис. - Алма-Ата: КазГУ, 1965. – 20 с.
- Камилов Г.К. Некоторые пути реконструкции ихтиофауны и перспективы рыбохозяйственного освоения водохранилищ Узбекистана. – В кн.: Научные основы направленного формирования фауны кормовых беспозвоночных и рыб в водоемах Узбекистана. – Ташкент: ФАН, 1972. – С. 5-27.
- Камилов Г., Каримов Б., Хакбердыев Б., Салихов Т., Камилов Б. и др. Водоемы Узбекистана и их рыбохозяйственное значение. - Ташкент: ТашГУ, 1994. - Кн. 2. - 135 с.
- Лузанская Д.И. Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов СССР (озер, рек и водохранилищ). Справочник. - М.: Пищевая пром-сть, 1965. – 598 с.
- Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов. – М.: Наука, 1965. – 378 с.
- Правдин И.И. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая пром-сть, 1966. - 376 с.
- Салихов Т.В., Камилов Б.Г., Атаджанов А.К. Рыбы Узбекистана. – Ташкент: Chinor ENK, 2001. - 152 с.
- Семенченко Н.Н., Подорожнюк Е.В. Обыкновенный судак *Sander lucioperca* (L) р. Амур: результаты акклиматизации // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. – 2014. – Вып. № 6. — С. 611-618.
- Bagenal T.B., Tesch F.W. Age and growth. - In.: Methods for assessment of fish production in fresh water, 3rd edition (Bagenal T.B. ed.), Oxford, Blackwell Scientific Publications. – 1978. – P. 101-136.
- Balik I., Cubuk H., Özlök R., Uysal R. Size composition, growth characteristics and stock analysis of the pikeperch, *Sander lucioperca* (L. 1758), population in Lake Eğirdir.- Turk. // J. Vet. Anim. Sci. - 2004. – 28. – P. 715-722.
- Cadima E.L. Fish stock assessment manual. - FAO Fisheries Technical Paper. – Rome. – FAO. - 2003. - No 393. - 161 p.
- Campana S.E. Accuracy, precision and quality control in age determination, including review of the use and abuse of age validation methods // Journal of fish biology. – 2001. – 59. – P. 197–242.
- Chugunova N.I. Age and growth studies in fish. National Science Foundation. - Washington D.C. 1963. - 132 p.
- Gerdeaux D. Ecologie du gardon (*Rutilus rutilus* L.) et du sandre (*Lucioperca lucioperca* L.) dans le lac de Créteil de 1977-1982. Etude de la ligulose du gardon, – Université Pierre et Marie Curie. - Paris VI. – 1986. - 161 p. (in French).
- Goubier J. Biogéographie, biométrie et biologie du Sandre, *Stizostedion lucioperca* (L.), Osteichthyen, Percidé. – Université Claude-Bernard-Lyon I. – 1975. - 259 p. (in French).

- Harka Á. Growth of pike-perch (*Lucioperca lucioperca* L.) in lake Tisza Stretch at Tiscafüred. – Tiscia (Szeged). – 1977. – 12. – P. 109-115.
- Kamilov G., Urchinov Z.U. Fish and fisheries in Uzbekistan under the impact of irrigated agriculture. – In: Inland fisheries under the impact of irrigated agriculture: Central Asia // FAO Fisheries Circular. - No 894. - Rome, FAO, 1995. – P. 10-41
- Kangur A., Kangur P. The condition, length and age distribution of pike-perch, *Stizostedion lucioperca* (L.) in Lake Peipsi, – Hydrobiologia. – 1996. – 338. – P. 179-183.
- Klumb R.A., Bozek A. & Frie R.V. Validation of Dahl-Lea and Fraser-Lee back-calculated models by using oxytetracycline-marked blue gills and blue gill x green sunfish hybrids // North American Journal of Fisheries Management. – 1999. – 19. – P. 504–514.
- Lehtonen H. Stocks of pike-perch (*Stizostedion lucioperca* L.) and their management in the Archipelago Sea and the Gulf of Finland // Fin. Fish. Res. – 1983. – 5. – P. 1-16.
- Ricker W.E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations // Bulletin of Fisheries Research Bd. Canada. – 1975. – 191. – P. 1-382.
- Salikhov T.V., Kamilov B.G., Atadjanov A.K. Ribi Uzbekistana (Fishes of Uzbekistan). Chinor ENK. - Tashkent, 2001. - 152 p. (in Russian).
- Svardson G., Molin G. The impact of climate on Scandinavian populations of the zander (*Stizostedion lucioperca* L.) // Inst. Freshwater. Res. - Drottningholm Rep., 1973. – 53. – P. 112-139.
- Urchinov Z. Fisheries in Zarafshan River Basin (Uzbekistan). - In: Petr, T. (ed.). Inland Fisheries Under the Impact of Irrigated Agriculture: Central Asia. - FAO Fisheries Circular - Rome, FAO, 1995. - No. 894. - 62 p.

THE AGE AND GROWTH OF PIKE-PERCH (*SANDER LUCIOPERCA* (L.)) ACCLIMATIZED IN TUDAKUL RESERVOIR OF UZBEKISTAN

N.K. Shermatova, B.G. Kamilov

Institute of the Gene pool of animals and plants of Academy of Sciences of Republic of Uzbekistan, Tashkent, sh.navruza@gmail.com

Pike-perch (*Sander lucioperca* (L.)) was introduced to the lower stream of the Zarafshan River in the 1960s from Ural River. By now pike-perch created a naturally reproduced stock and became one of the main commercial species in Tudakul reservoir. A study was carried out from November 2011 to October 2012 in Tudakul reservoir, Uzbekistan. A total of 178 pike-perch, *Sander lucioperca* (L.), were sampled including 81 females and 97 males. The ages, total lengths and weights of the samples ranged between 1 to 6 years, 25 to 74 cm and 72 to 4.945 g, respectively. The relation between the total length (TL) and weight (W) was described by equation $W = 0.003 \cdot TL^{3.2639}$ ($r = 0.99$). The relationship between the total length (TL) and the standard length (SL) was described by linear equation: $TL = 1.0885 \cdot SL + 2.1825$ ($r = 0.99$). The mean back calculated total length was 26.4 cm at age I; 44.5 cm, II; 53.4 cm, III; 67.4 cm, IV; 70.4 cm, V; 76.2 cm, VI. R. Lee's phenomenon was not manifested as the fishing company is oriented to the catches of large fish.

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В МЫШЦАХ ЕЛЬЦА ВОДОТОКОВ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Е. Шилова, Е.В. Угрюмова

Вологодское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ», Вологда, uljuticheva26@yandex.ru

Введение. Ртуть и её соединения относятся к числу наиболее опасных для живых организмов токсикантов. В отличие от других тяжелых металлов она способна эффективно накапливаться в пищевых цепях водных экосистем, оказывая широкий и разносторонний спектр негативных воздействий на живые организмы, их популяции и экосистемы в целом (Немова, 2005; Лобус Н.В, 2012). В отличие от других металлов, которые в большей степени накапливаются в органах детоксикации (печень, почки), ртуть концентрируется в основном в мышечной ткани (Степанова, Комов, 2004). Процессы накопления ртути в организме рыб подвержены воздействию многих факторов, каждый из которых выявить достаточно трудно. Известно, что на уровень содержания токсиканта в организме рыб влияют абиотические характеристики водных экосистем (рН, содержание органических веществ, размер водотоков, степень заболоченности водосборного бассейна), биотические особенности рыб (тип питания, возраст рыб, темп роста рыб) и уровень антропогенной нагрузки на водоток и его водосборный бассейн (Степанова, Комов, 2004). В качестве объекта исследований в нашем случае является елец *Leuciscus leuciscus*, который широко распространен в водотоках Вологодской области, не совершает значительных миграций и имеет широкий спектр питания, что позволяет его отнести к надежным биоиндикаторам. Целью работы является оценка содержания ртути в мышечной ткани ельца водотоков Вологодской области.

Материал и методика. Сбор материала осуществлялся на девяти водотоках Вологодской области (Вожега, Кубена, Вага, Киюк, Тиксна, Сухона, Еденьга, Леденьга и Большой Карныш) в 2011 – 2014 годах (рис. 1). Для исследования отбирались разновозрастные особи ельца от 3+ до 10+, размером от 10 до 21 см и массой от 12 до 210 грамм. Обработка ихтиологического материала проводилась по стандартным методикам [Правдин, 1966]. Для определения ртути отбирались образцы мышечной ткани рыб. Определение ртути в пробах проводилось в Институте биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина на ртутном анализаторе РА-915+ с приставкой ПИРО (Люмэкс) атомно-абсорбционным методом холодного пара без предварительной пробоподготовки. Точность аналитических методов измерения контролировалась с использованием сертифицированного биологического материала DORM-2 и DOLN-2 (Институт химии окружающей среды, Оттава, Канада).

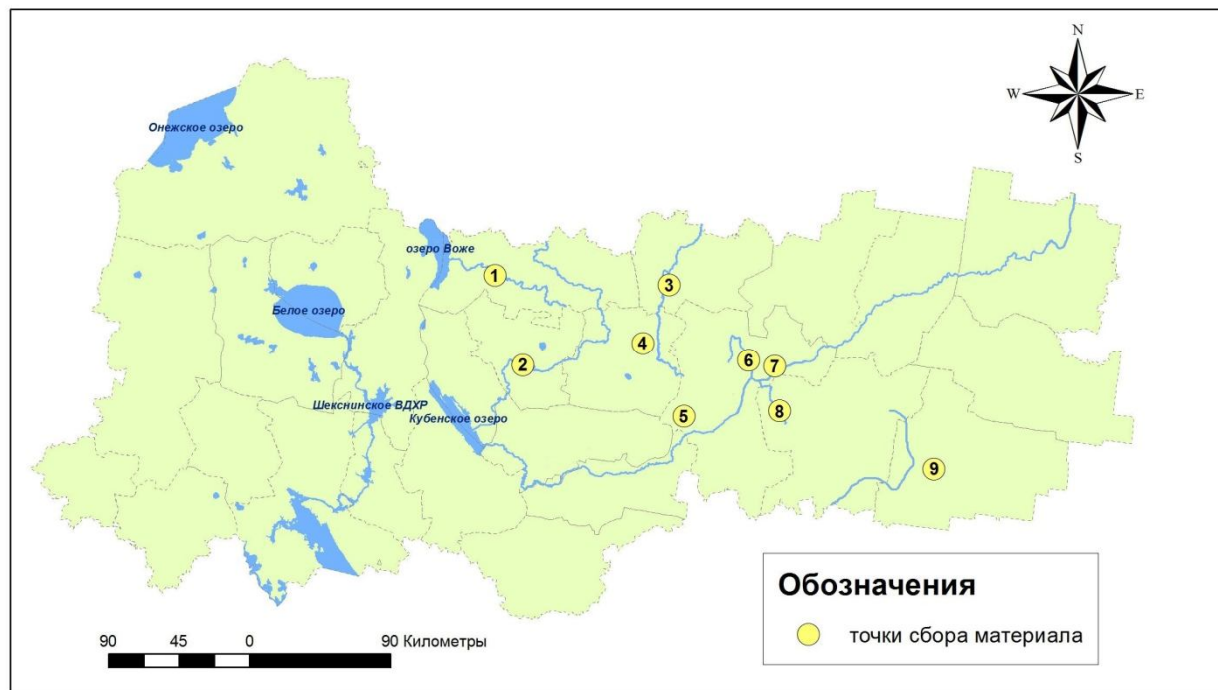


Рисунок 1. Схема размещения точек сбора материала

Условные обозначения: 1 – Вожега, 2 – Кубена, 3 – Вага, 4 – Киюк, 5 – Тиксна, 6 – Еденьга, 7 – Сухона, 8 – Леденьга, 9 – Большой Карныш.

Результаты. Исследуемые водотоки расположены в центральной и восточной частях Вологодской области, относятся к бассейну Белого (Вожега, Кубена, Вага, Киюк, Тиксна, Сухона, Еденьга, Леденьга) и Каспийского (Большой Карныш) морей. Водотоки отличаются по гидролого-гидрохимическим показателям, заболоченности водосборного бассейна и уровню антропогенной нагрузки, что позволяет оценить влияние различных факторов на накопление ртути в мышечной ткани ельца. Реки Киюк и Большой Карныш относятся к категории «самые малые» и имеют длину менее 25 км, реки Еденьга, Леденьга, Тиксна – к категории «малые» с протяженностью от 25 до 100 км, реки Вожега, Кубена, – к категории «средние» с длиной от 100 до 500 км, а Вага и Сухона – к категории «большие» с длиной более 500 км (таблица 1). Заболоченность водосборных бассейнов изменялась от 0% у реки Большой Карныш до 20,8% у реки Кубена. Кроме того, водотоки имеют различия по уровню антропогенной нагрузки. Так, например, такие крупные реки как Сухона, Вага и Кубена, протекающие по территории нескольких административных районов, испытывают более высокую антропогенную нагрузку в сравнении с менее значительными по величине водотоками. Особенно высокую антропогенную нагрузку испытывает крупнейший водоток Вологодской области – река Сухона, в верхнее течение которой поступают сточные воды от Вологодского и Сокольского промышленных узлов.

Таблица 1. Гидрографические особенности водотоков и оценка выпадения ртути с атмосферными осадками на водосборные бассейны

Название	Общая длина, км	Площадь водосбора, км ²	Заболоченность водосборного бассейна, %	Количество осадков на водосборном бассейне	Выпадение ртути на водосборный бассейн, мг/км ² год
Бассейн Белого моря					
Вожега	143	1983	8,3	550-650	11-13
Кубена	368	10810	20,8	550-650	11-13
Вага	575	44800	4,2	500-600	10-12
Киук	21	102	12,0	500-600	10-12
Тиксна	51	380	0,9	450-550	9-11
Еденьга	86	451	8,5	450-550	9-11
Сухона	558	50310	12,4	450-550	9-11
Леденьга	53	715	4,2	550-650	11-13
Бассейн Каспийского моря					
Большой Карныш	15	38	0	550-650	11-13

В результате проведенных исследований было выявлено, что содержание ртути в мышечной ткани отдельных особей ельцов изменялось от 0,050 мг/кг в реке Тиксна до 0,640 мг/кг в реке Вожега, а средние показатели её концентрации варьировали от 0,119 мг/кг (р. Тиксна) до 0,304 (р. Большой Карныш) (рис. 2). Более высокие концентрации металла выявлены в мышечной ткани ельца из рек Вожега, Кубена, Вага, Леденьга и Большой Карныш, а низкие – из рек Киук, Тиксна, Еденьга и Сухона. При совмещении точек отлова рыбы с климатической картой Вологодской области (2007) отмечается тенденция увеличения содержания ртути в тех водотоках, где выпадает большее количество атмосферных осадков. Так, если в пределах водосборных бассейнов рек Вожега, Кубена, Леденьга и Большой Карныш выпадает 550-650 мм осадков в год, то в пределах среднего и нижнего течения реки Сухона, а также в пределах водосборных бассейнов рек Тиксна и Еденьга их количество уменьшается до 450 – 550 мм в год. Неравномерность в выпадении атмосферных осадков связана с рельефом территории региона. Повышенное их количество характерно для западных склонов возвышенностей, а пониженное – для плоских равнин и низин, а также восточных склонов возвышенностей (Овчинникова, 1970). Выявленная тенденция указывает на то, что основным источником поступления ртути на водосборные бассейны водотоков Вологодской области является атмосферные осадки. В дальнейшем, по-видимому, интенсивность миграции ртути определяется структурой водосборных бассейнов и прежде всего степенью их заболоченности. Повышенное содержание ртути отмечается в водотоках с повышенным содержанием органических веществ и заболоченным водосбором.

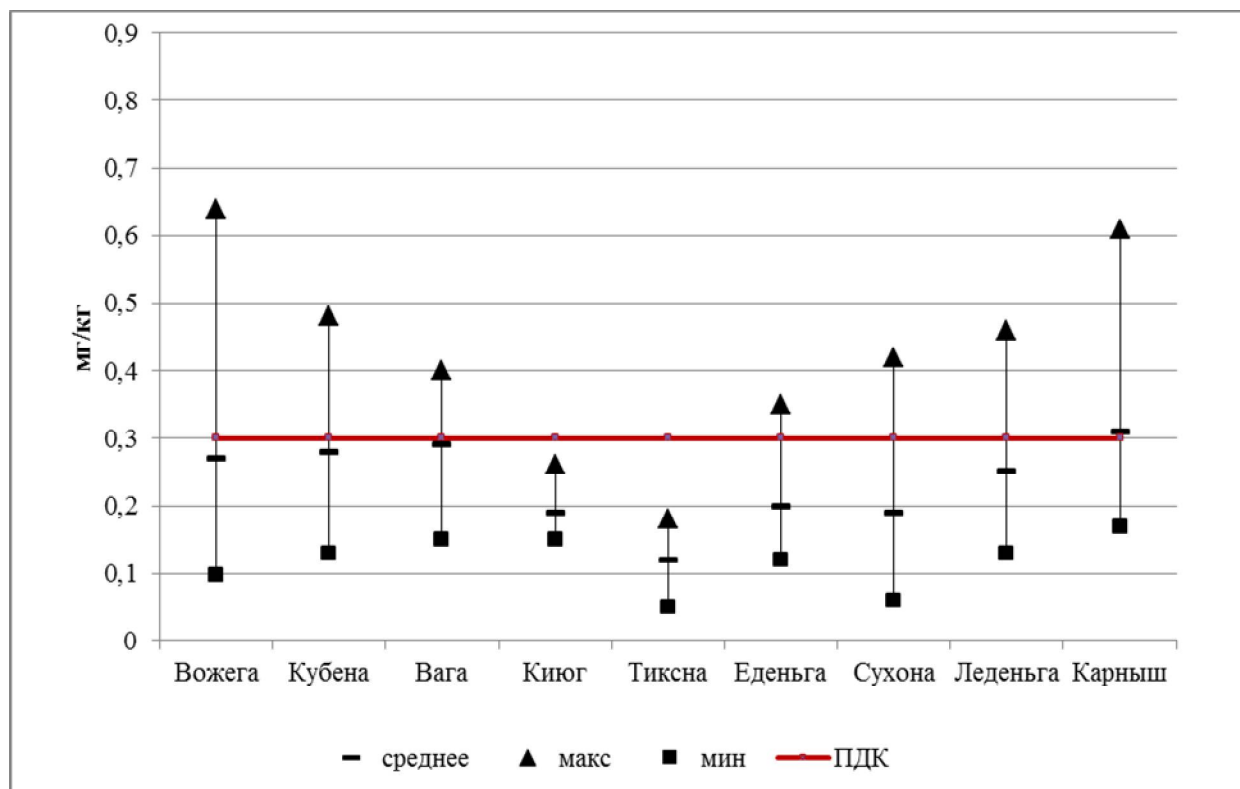


Рисунок 2. Содержание ртути в мышечной ткани ельцов некоторых рек Вологодской области

В результате исследований также выявлена общая закономерность увеличения содержания ртути в мышечной ткани ельца в зависимости от возраста рыб. Более высокие концентрации металла отмечаются у старшевозрастных рыб (табл. 2). В среднем содержание ртути в мышечной ткани рыб возрастной группы 9+ - 11+ увеличивается в сравнении с особями в возрасте 3+ - 5+ в два раза с 0,175 мг/кг до 0,314 мг/кг. Повышение концентрации токсиканта у старшевозрастных особей связано с постепенным накоплением металла в организме рыб и характерно для популяции ельцов из всех исследованных водотоков.

Таблица 2. Содержание ртути в мышечной ткани ельца водотоков Вологодской области

Название водотока	Содержание ртути мг/кг			
	Возрастная группа			Среднее содержание
	3+ – 5+	6+ – 8+	9+ – 11+	
Вожега	0,193	0,287	0,339	0,297
Кубена	-	0,277	0,283	0,279
Вага	-	0,284	0,355	0,296
Киюк	0,180	0,207	-	0,194
Тиксна	0,093	0,157	-	0,119
Еденьга	0,199	0,205	-	0,200
Сухона	0,121	0,182	0,325	0,186
Леденьга	0,199	0,277	-	0,247
Большой Карныш	-	0,287	0,349	0,304
Среднее	0,176	0,275	0,314	0,241

Учитывая, что елец является достаточно обычным объектом любительского рыболовства, важной задачей является также оценка безопасности использования это вида в пищу. Согласно СанПиН 2.3.2.560-96 предельно допустимое содержание ртути в мышечной ткани нехищных пресноводных рыб составляет 0,3 мг/кг. При исследовании содержания ртути в мышечной ткани ельца превышение предельно допустимой концентрации токсиканта было обнаружено у 40% изученных экземпляров рыб, в реках Кубена, Большой Карныш и Вага содержание ртути превышало ПДК почти в 50% проб.

Выводы. Анализ результатов накопления ртути в мышечной ткани ельца показал, что её содержание значительно варьирует в зависимости от конкретного водотока и возрастной структуры популяции. Отмечаются более высокие концентрации металла в тех реках, на водосборных бассейнах которых выпадает больше атмосферных осадков. Высокие концентрации ртути выявлены в мышечной ткани ельца из рек Вожега, Кубена, Вага, Леденьга и Большой Карныш, а низкие – из рек Киюк, Тиксна, Еденьга и Сухона. В результате проведенных исследований установлено, что содержание ртути в мышечной ткани ельцов изменялось от 0,05 мг/кг в реке Тиксна до 0,640 мг/кг в реке Вожега и в среднем составили 0,241 мг/кг сырой массы. Выявлено, что содержание ртути в мышечной ткани ельцов закономерно увеличивается с возрастом. В среднем содержание ртути в мышечной ткани рыб старшевозрастных групп увеличивается и достигает до 0,314 мг/кг.

Литература

Немова Н.Н. Биохимические эффекты накопления ртути у рыб. М.: Наука, 2005. 162 с.

Лобус Н.В. Содержание и миграция ртути в абиотических и биотических компонентах водных экосистем центрального и Южного Вьетнама: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Борок, 2012.- 24 с.

Комов В.Т., Степанова И.К., Гремячих В.А. Содержание ртути в мышцах рыб из водоемов Северо-Запада России: Причины интенсивного накопления и оценка негативного эффекта на состояние здоровья людей // Актуальные проблемы водной токсикологии. Борок: ИБВВ РАН, 2004. С. 99-123.

Атлас Вологодской области. СПб-Череповец, 2007. 108 с.

Овчинникова А.И. Агроклиматическая характеристика вегетационного периода // Природное районирование Вологодской области для целей сельского хозяйства. Вологда, 1970. С. 52-73.

ACCUMULATION OF MERCURY IN MUSCLE OF LEUCISCUS LEUCISCUS IN THE RIVERS VOLOGDA REGION

A.E. Shilova, E.V. Ugryumova

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Vologda, uljuticheva26@yandex.ru

This article discusses the features of the accumulation of mercury in the muscles of the *Leuciscus leuciscus* some water bodies of the Vologda region. Analysis of the results showed that the mercury content depends on watercourse and the age structure of the population. Have higher concentrations of metal in the rivers, on the watershed which receives more precipitation.

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОДАВАЕМОЙ ПРЕСНОВОДНОЙ РЫБЫ ПО ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ПАРАЗИТОВ ГЛАЗ

С.А. Якимович

ФГБНУ «ГосНИОРХ», Санкт-Петербург, svetarusalka@mail.ru

Рыба является крайне ценным и высококачественным продуктом питания. Она относится к категории «скоропортящихся продуктов» и требует определенных условий хранения. Практически вся морская рыба поступает на переработку или в торговую сеть замороженной. В свою очередь, пресноводную рыбу рекомендуется продавать населению в охлажденном состоянии для сохранения её пищевых и вкусовых качеств. Согласно нормативным документам хранить такую рыбу можно только при температуре от 0 до минус 2 °С не более 12 суток (ГОСТ 814-96). В случае задержки реализации, особенно непотрошеной рыбы, она быстро портится даже при хранении в холодильнике. При транспортировке и хранении рыбы, во избежание потерь ее могут держать в замороженном состоянии и лишь перед реализацией размораживать, выдавая за «охлажденную», но при этом качество рыбы снижается. Одним из методов определения качества рыбы является тест на гистамин, повышенное накопление которого в продукте может служить причиной пищевых отравлений. Этот тест занимает много времени (3 часа), требует специального оборудования и большого числа реактивов (СанПиН 42-123-4083-86; СанПиН 2.3.2.1078-01).

Цель исследования – разработка биологического метода оценки качества охлажденной пресноводной рыбы на замораживание рыбы по состоянию паразитов в глазах рыб. Выбор для этого паразитов глаз объясняется следующими преимуществами: 1) из всех паразитов пресноводных рыб они наиболее часто выявляемые; 2) встречаются практически во всех видах рыб и 3) отмечаются во все сезоны года. В глазах рыб паразитируют личиночные стадии плоских червей – трематод. Жизненный цикл последних сложный, протекающий с участием трех хозяев: моллюска, рыбы и птицы. Половозрелые трематоды паразитируют в кишечнике рыбоядных птиц, которые распространяют паразитов по всем водоемам. Личиночная стадия трематод рыб называется метацеркарий. Она не опасна для человека и в живом состоянии проявляет высокую подвижность.

Материал и методы

Для эксперимента была взята плотва промыслового размера в количестве 16 экз. Она была отловлена у г. Сестрорецка, где ранее было отмечено ее почти 100%-ное заражение. Свежую рыбу в тот же день привозили в лабораторию, где проводили ее вскрытие под контролем стереомикроскопа МБС-9. Из рыбы ножницами вырезали глаза, выделяли хрусталик и стекловидное тело, в которых искали

паразитов, осуществляли их подсчет и определяли жизнестойкость. Для одной рыбы вся эта процедура занимала не более 15 мин. Из оборудования помимо микроскопа использовали бытовой холодильник Indesit с двумя секциями (1-я – с температурным режимом 4 °С и 2-я - с режимом -23 °С).

В ходе эксперимента рыб разделили на три группы. Группа № 1 находилась в холодильнике в секции 1 при постоянной температуре 4 °С в течение всего эксперимента. Группа № 2 была расположена в секции 2, и при этом один раз в сутки её переносили в секцию 1, где осуществлялась разморозка рыбы до 4 °С на 4-5 ч с последующим паразитологическим анализом и повторной заморозкой путём переноса в секцию 2. Группа № 3 находилась так же во второй секции, но при этом не размораживалась. Таким образом для нее была обеспечена постоянная температура -23 °С в течение всего эксперимента. В первый день была вскрыта 1 особь для оценки уровня заражения, а остальные 15 экз. были положены в различные секции холодильника. На следующий день, через 24 ч с начала эксперимента, провели вскрытие по одной рыбе из каждой группы, и точно так же действовали в последующие дни. В каждой группе было по 5 особей.

Результаты

При паразитологическом вскрытии глаз рыб были обнаружены метацеркарии трематод р. *Diplostomum* в количестве 29 экз. и р. *Tylodelphys* в количестве 25 экз. Паразиты различались локализацией: первые найдены в стекловидном теле, вторые – в хрусталике.

Установлено, что за время хода эксперимента метацеркарии в группе № 1 не погибли и снизили свою активность лишь на 4-й день эксперимента. Метацеркарии в группе № 2 и 3 погибли уже через одни сутки, и для подтверждения результатов наблюдения были продолжены в последующие дни. Даже после начала порчи мяса рыбы метацеркарии в группе № 1 оставались живыми и активными (см. таблицу).

Таким образом, были получены предварительные результаты, свидетельствующие о том, что даже однократная заморозка рыбы при -23 °С в течение 24 ч убивает метацеркарий двух разных родов вне зависимости от их локализации в стекловидном теле или хрусталике. Продолжение опыта в последующие дни только подтвердило эти результаты. В то же время выдерживание рыбы при низкой, но плюсовой (4 °С) температуре в течение 4 суток не привело к гибели метацеркарий в глазах, хотя рыба и начала портиться.

Наличие паразитов, их состояние в различных группах в течение эксперимента

	Группа 1	Группа 2	Группа 3
Предварительный просмотр	29 экз. р. <i>Diplostomum</i> и 25 экз. р. <i>Tylodelphys</i> Высокая степень активности		
1-е сутки	5 экз. р. <i>Diplostomum</i> и 7 экз. р. <i>Tylodelphys</i> Высокая активность	4 экз. р. <i>Diplostomum</i> и 2 экз. р. <i>Tylodelphys</i> Мертвые	8 экз. р. <i>Diplostomum</i> и 3 экз. р. <i>Tylodelphys</i> Мертвые
2-е сутки	2 экз. р. <i>Diplostomum</i> и 1 р. <i>Tylodelphys</i> Высокая активность	4 экз. р. <i>Diplostomum</i> и 10 экз. р. <i>Tylodelphys</i> Мертвые	8 экз. р. <i>Tylodelphys</i> Мертвые
3-и сутки	2 экз. р. <i>Diplostomum</i> и 1 экз. р. <i>Tylodelphys</i>	1 экз. р. <i>Diplostomum</i> Мертвый	1 экз. р. <i>Tylodelphys</i> Мертвый
	26 <i>Diplostomum</i> и 6 <i>Tylodelphys</i> . Уровень активности снижен		
4-е сутки	4 экз. р. <i>Diplostomum</i> Начало процесса порчи мяса рыбы. Низкая степень активности	4 экз. р. <i>Diplostomum</i> Мертвые	5 экз. р. <i>Diplostomum</i> Мертвые

Обсуждение

Метацеркарии трематод семейства Opisthorchiidae, паразитирующие в мышцах карповых, способны заражать млекопитающих и людей даже после замораживания рыб. Различные режимы замораживания, обеспечивающие полную гибель метацеркарий описторхид, приведены в специальном нормативном документе «Профилактика паразитарных болезней» (СанПиН 3.2.1333-03). В нём указано, что для полной гибели метацеркарий рыбу необходимо выдержать при температуре -28°C в течение 32 ч. Эти параметры значительно превосходят температурные (-23°C) и временные (24 ч) показатели, которые использовались в нашем опыте и привели метацеркарий двух родов к гибели. Таким образом, можно заключить, что метацеркарии из глаз рыб менее устойчивы к замораживанию, чем описторхиды из мышц. Исходя из этих данных, в последующих экспериментах необходимо снижать как экспозицию при замораживании рыб, так и температуру.

Заключение

В ходе выполненных экспериментальных исследований было показано, что в глазах пресноводных рыб постоянно присутствуют паразиты, представленные метацеркариями трематод. В охлаждённой рыбе они способны сохраняться при 4 °С несколько суток живыми, даже при условии начинающейся порчи мяса рыб, но при заморозке с температурой -23 °С в течение суток паразиты погибают. Таким образом, оценка жизнеспособности паразитов глаз пресноводных рыб может быть положена в основу методики выявления заморозки рыбы и в случае её продажи как охлаждённой, т.е. для установления факта фальсификации. Основная ценность этой методики – в её простоте и возможности использования даже в ветеринарных лабораториях на рынках. При этом подобный метод может быть использован для любой пресноводной рыбы, включая выращенную в рыбоводных хозяйствах.

В качестве производственного эксперимента в крупной торговой сети было куплено по 3 охлажденных (лежащих на льду) непотрошенных экземпляра красноперки, окуня и линя. В их глазах были обнаружены живые метацеркарии трематод различных родов. Это доказывает, что рыба действительно была только охлаждена и не подвергалась замораживанию.

Данная работа представляет собой начальный этап исследования и будет продолжена с использованием других режимов замораживания и хранения рыбы.

Литература

ГОСТ 814-96. Рыба охлажденная. Технические условия.

СанПиН 42-123-4083-86. Временные гигиенические нормативы и методы определения содержания гистамина в рыбопродуктах.

СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов.

Чернышева Н.Б., Кузнецова Е.В. и др. Паразитологическое исследование рыб. Методическое пособие. – СПб.: ФГНУ «ГосНИОРХ», 2009.

BIOLOGICAL QUALITY ASSESSMENT OF FRESHWATER FISH SOLD ON THE VIABILITY OF THE PARASITES EYES

S.A. Yakimovich

Federal State Budgetary Scientific Establishment «Berg State Research of Lake and River Fisheries», Saint-Petersburg, svetarusalka@mail.ru

The biological method of assessing the quality of chilled freshwater fish is proposed. It is based on determination of the viability of the parasite by using microscopic technique. Finding the dead parasites indicates the prior freezing of fish. Comparing to histamine test this method is less time consuming and more exact than an organoleptic method.

"РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМАХ"

Материалы II Всероссийской молодежной конференции

ФГБНУ «ГосНИОРХ», 199053, Санкт-Петербург, наб. Макарова, 26

Электронный ресурс: mail.niorh.ru/download/pub/Conference/Young_scientists_2016.pdf