

Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»



**IV БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ
МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Водные биоресурсы, аквакультура
и экология водоемов»**

24 -25 мая 2016 года

ТРУДЫ

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2016

УДК 504, 543, 551, 556, 574, 577, 582, 591, 594, 595, 597, 620, 639, 664

**IV БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ. МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов», ТРУДЫ**

Калининград, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
2016. - 243 с.

Ил. 75, табл. 37, список литературы – 508 названий.

Главный редактор - декан факультета природных ресурсов и природопользования,
к.б.н., доцент Тылик К.В.

Зам. главного редактора – заместитель декана по научной работе,
к.б.н., доцент Соколов А.В.

Редакционная коллегия: Буруковский Р.Н. (д-р биол. наук, проф.), Серпунин Г.Г. (д-р биол.
наук, проф.), Шibaев С.В. (д-р биол. наук, проф.), Кузина А.А. (специалист по УМР).

Материалы конференции печатаются в авторской редакции.

ISBN 978-5-94826-418-9

© ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», 2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция «Биологические ресурсы водоемов»	8
<i>Ю.К.Алдушина</i> . Оценка Различий Распределения Густеры В Различных Участках Правдинского Водохранилища.....	8
<i>А.Г. Архипов, Р.А. Пак, Т.А. Симонова</i> . Динамика Численности Промысловых Рыб северной и южной частей Марокко в раннем онтогенезе	10
<i>А.М. Бондарь, А.Ю. Жилин</i> . Полициклические ароматические углеводороды в промысловых рыбах Баренцева моря	13
<i>С.Ю.Гулюгин, Н.И.Мыльников, Г.Е.Маслянки</i> . Видовая структура прилова в уловах российских рыбопромысловых судов в ИЭЗ Мавритании в 2004-15 гг.....	16
<i>С.Ю. Гулюгин, Д.А. Чурин, А.Д. Козлов, Е.И. Кукуев</i> . Современный подход к комплексному анализу распространения молоди рыб подводных поднятий на примере <i>Beryx splendens</i>	19
<i>М. Драганов, А.Ю. Жилин</i> . Мониторинг водных биоресурсов Баренцева моря и среды их обитания по химическим показателям в 2015 году	21
<i>К.А. Жукова</i> . Исследование гермафродитизма у представителей семейства тресковые Gadidae.	24
<i>В.П. Загрийчук, О.А. Леденев, В.Р. Сайткулов</i> . Рыбный промысел и охрана рыбных ресурсов	26
<i>Заре Парвиз</i> . Методические аспекты определения и результаты <i>In situ</i> акустической силы цели трех видов гаспийской кильки	29
<i>Г.В. Козлова, В.В. Коханова</i> . Видовой состав ихтиопланктона севастопольской бухты.....	30
<i>М.Ю. Крупнова, Н.Н. Немова</i> . Активность лизосомальных протеиназ молоди кумжи (<i>Salmo Trutta</i> L.) из приполярной реки Ольховка	32
<i>М.Ю. Крупнова, Н.Н. Немова, С.А. Мурзина</i> . Активность лизосомальных протеиназ (катепсинов b и d) в органах сельди <i>Clupea pallasii marisalbi berg</i> (Clupeidae) Белого моря	35
<i>А. М. Лаптева</i> . Тяжелые металлы и микроэлементы в баренцевоморских рыбах различных экологических групп.....	37
<i>С.П. Мельников, Д.В. Артеменков, А.И. Никитенко, Д.С. Сухарев</i> . Изучение популяционной структуры восточной скумбрии <i>Scomber japonicus</i> в центрально-восточной Атлантике на основе анализа формы ее отолитов	40
<i>С.П. Мельников, А.С. Кровнин, Д.В. Артеменков, Д.В. Пеленев</i> . Влияние изменения климата на оценку запаса окуня-клювача <i>Sebastes mentella</i> в пелагиали северной Атлантики	43
<i>В.М. Осадчий, В.И. Саускан В.И.</i> Проблемы развития рыбного хозяйства России в 21 веке и возможные пути их решения.	46
<i>Р.А. Пак, Ф.В. Коломейко, А.Г. Архипов</i> . Применение современных геоинформационных технологий в исследованиях массовых видов ихтиопланктона акватории южной части Марокко	48
<i>Л.В. Парухина, С.Б. Фролов</i> . Особенности формирования поколений сельди <i>Clupea pallasii marisalbi berg</i> в Двинском заливе Белого моря	50
<i>Н.Ф. Плотицына, А.М. Лаптева</i> . Мониторинг тяжелых металлов и микроэлементов в промысловых рыбах Баренцева моря	53
<i>Н.Ф. Плотицына, Т.А. Зимовейскова</i> . Мониторинг полихлорбифенилов в промысловых рыбах Баренцева моря	56

<i>А.Е. Рудченко, Н.Н. Сущик, М.И. Гладышев.</i> Влияние сезонной динамики и трофического уровня на состав и содержание жирных кислот в четырех видах рыб из Красноярского водохранилища.....	59
<i>А.М. Токранов, А.М. Орлов.</i> Морские лисички (<i>Agonidae</i>) прикамчатских вод	62
<i>М.С. Федотов.</i> Сезонные и межгодовые изменения распределения промысловых скоплений ставриды в южной части Тихого океана в связи с атмосферными процессами.....	63
<i>Е.С. Чупикова, Т.А. Саяпина, Е.А. Шевляков.</i> Динамика выхода ястыков горбуши восточной камчатки.....	66
Секция «Аквакультура»	70
<i>Л.И. Булли, А.Ф. Булли.</i> О некоторых морфологических и биохимических показателях зрелой икры кефалей, получаемой при стимулировании созревания производителей разными гормональными препаратами	70
<i>А.М. Жаворонкова, О.Д. Жаворонкова, Н.В. Чибич.</i> Интенсивность дыхания песчаной ракушки мии (<i>Mya arenaria</i> L.), интродуцированной в Чёрное море	73
<i>А.П. Золотницкий, М.С. Пятницкая.</i> Энергетический баланс плоской устрицы (<i>Ostrea edulis</i> L.) в онтогенезе.....	76
<i>А.П. Золотницкий, М.Э. Шахназарян.</i> Интенсивность фильтрации черноморской мидии (<i>Mytilus galloprovincialis</i> , Lamarck, 1819)	78
<i>И.А. Кадникова, А.М. Rogov, Н.Д. Мокрецова, Н.М. Аминина, В.Д. Дзизюров.</i> Разработка технологии комбинированных кормов для молоди трепанга.....	81
<i>Г.В. Козлова, Р.А. Алхасов.</i> Оценка результатов инкубирования икры и подращивания молоди осетровых на предприятиях Краснодарского края	83
<i>В.С. Корецкий, Е.В. Терешков.</i> Сравнение роста годовиков радужной форели при выращивании с использованием комбикормов Merke fish (Германия) и Biomar (Дания)	84
<i>Н.В.Кряхова, Н.П.Ковачева.</i> Особенности динамики питания десятиногих ракообразных в раннем онтогенезе.....	87
<i>Т.М. Курапова, Е.И. Хрусталева, О.Е. Гончаренок.</i> Влияние настоя вахты трехлистной (<i>Menyanthes trifoliata</i>) на поведение голодных сеголетков карпа	90
<i>К.А. Молчанова, Е.И. Хрусталева.</i> Определение морфометрических показателей радужной форели, выращиваемой в УЗВ и садковой хозяйстве.....	93
<i>М.А. Назарова, О.Б. Васильева, Н.Н. Немова.</i> Влияние состава комбикормов на липидный статус мышц радужной форели <i>Parasalmo mykiss</i> (Walbaum, 1792).....	96
<i>Д.В. Пашкин, В.Д. Жеребцов.</i> К совершенствованию методов выращивания молоди осетровых рыб в Краснодарском крае	99
<i>А.В. Пиркова, Л.В. Ладыгина.</i> Эколого-географические направления селекции гигантской устрицы <i>Crassostrea gigas</i> th.	102
<i>А.В.Пирог, О.В. Ложниченко.</i> Особенности развития мезонефроса в личиночном периоде клариевых сомов (<i>Clariidae</i>).....	105
<i>А.В.Поддубная, В.Н.Дементьев.</i> Сазаны Евразии и породы карпа.....	106
<i>Н. В. Поспелова, Н.С. Челябинна, Л.Л. Смирнова.</i> Влияние искусственных поселений мидии <i>Mytilus galloprovincialis</i> на миграцию Cu, Zn, Cd, Pb в акватории мидийной фермы (Крым, Черное море).....	109
<i>В.И. Рябушко, А.Ф. Козинцев, А.М. Тоичкин.</i> Концентрация мышьяка в мидии <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lam. – перспективном объекте марикультуры на Чёрном море.....	112

Г.Г. Серпунин, Е.В. Шахова, И.И. Скаржепа. Показатели крови молоди сига, выращиваемой на разных кормах	115
Н.А. Сытник, А.В. Грищенко. Продукционный потенциал и элиминация в популяции плоской устрицы лимана Донузлав.....	118
Н.А. Сытник, С.Ф. Зотиков. Влияние некоторых экологических факторов на интенсивность фильтрации и суточные рационы черноморской устрицы (<i>Ostrea edulis</i> L.).....	122
К.Б. Хайновский, Е.В. Шахова, А.В. Андрюхин. Результаты испытаний кормовых смесей при выращивании посадочного материала европейского сига в условиях УЗВ	125
Е.И. Хрусталева, Т.М. Курапова, К.А. Молчанова. Особенности кормления стерляди в УЗВ	128
Е.И. Хрусталева. Целесообразные решения при организации работ по рыбохозяйственной мелиорации в акватории Калининградского и Куршского заливов	130
С.В. Щуров, А.А. Субботин, О.А. Троценко. Роль прибрежных апвеллингов в формировании кормовой базы культивируемых моллюсков	132
Секция «Ихтиопатология и гидробиология»	136
З. Ансари. Некоторые вопросы биологии креветок <i>Alpheus</i> cf. <i>Burukovskyi</i> с побережья оманского моря Ирана.....	136
О.С. Бугранова, Н.А. Цупикова. Сезонная динамика развития фитопланктона пруда Нижний (г. Калининград) в 2015 году	137
Р.Н. Буруковский. О батиметрическом распределении креветки <i>Plesionika heterocarpus</i> (costa 1871) в западноафриканских водах	140
А.А. Гусев, Л.В. Рудинская. Новый чужеродный вид двустворчатого моллюска <i>Rangia cuneata</i> (g.b. sowerby i, 1831) и его влияние на структуру зообентоса Вислинского залива	144
О.В. Казимирченко, В.К. Зелёная. Санитарно-микробиологическая оценка судака (<i>Sander luciperca</i>) Куршского залива.....	147
О.В. Казимирченко, Е.С. Крачковская, А.Е. Семенова. Состав микробиоценозов трески (<i>Gadus morhua</i>) и речной камбалы (<i>Platichthys flesus</i> L.) Балтийского моря	148
А.С. Максименко. Видовое разнообразие сообществ макрозообентоса прибрежной зоны некоторых водоемов г. Калининграда	150
Д.В. Манаков. Эколого-фаунистическая характеристика пресноводных моллюсков виштынецкой возвышенности (Калининградская область)	153
Е.Н. Науменко, С.А. Судник. Биоразнообразие ветвистоусых ракообразных (Crustacea: branchiopoda: Cladocera latreille, 1829) Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря	156
Е.Н. Науменко, А.Ю. Ушакова. Динамика численности <i>Cercopagis pengoi</i> (Ostroumov, 1891) в Вислинском заливе Балтийского моря.....	158
С.А. Судник. Эволюционные аспекты размножения креветок-гонохористов	160
А.С. Терентьев, А.М. Семик, М.М. Савчук, К.С. Бухалова. Макрозообентос юго-восточной части Керченского полуострова	162
Г.А. Цыбалёва, С.Ю. Кузьмин. Трофические характеристики озера Изумрудное (национальный парк «Куршская коса»).....	165
Секция «Экология и устойчивое развитие»	168
П. П. Буйняченко. Анализ антропогенной нагрузки на гидрографическую сеть бассейна реки Гурьевка	168

<i>О.Б. Васильева, М.А. Назарова, Н.Н. Немова.</i> Модификация липидов тканей рыб, обитающих в условиях техногенного воздействия	171
<i>В.Ф. Дубравин.</i> Особенности сезонного хода термохалинных полей Балтийского моря.....	173
<i>В.Ф. Дубравин.</i> Пространственно-временная изменчивость термохалинных полей Балтийского моря.....	176
<i>В.В. Дроздов.</i> Комплексная оценка состояния экосистем внутренних морей Европы под влиянием климатических изменений на основе интегрального диагностического подхода .	180
<i>А.В. Жигин, А.П. Буртовой.</i> Влияние фитопланктона на среду обитания рыб в рекреационном водоеме.....	182
<i>В.Н. Иванков, Е.В. Иванкова.</i> Внутривидовая дифференциация популяций анадромных рыб	185
<i>И.А. Кадникова, Т.И. Вишневецкая, Н.М. Аминина , Л.Т. Ковековдова, Д.П. Кику.</i> Влияние минерального состава грунта на накопление токсичных элементов анфельцией тобучинской зал. Петра великого (Японское море)	187
<i>Ю.Ю.Климова, М.А.Косовская, Т.К.Хренова.</i> Проблема загрязнения воздушного бассейна акватории севастопольского региона.....	190
<i>А.В. Косенко.</i> Оценка и прогноз ледовых условий арктического региона как факторы обеспечения экологической и техносферной безопасности	193
<i>Е.В. Кривоускова, А.В. Соколов</i> Источники антропогенной нагрузки на озеро Виштынецкое в пределах его водосборного бассейна	195
<i>С.В. Малько.</i> О количественном методе оценки экологической валентности на примере представителей отряда гусеобразные (Anseriformes).....	198
<i>З.Е. Мащенко, Е.В. Маслова, И.Ф. Шаталаев.</i> Исследование влияния бензилпенициллина натриевой соли на функциональное состояние активного ила	200
<i>О.Н. Мохова, Р.А. Мельник.</i> Содержание кислорода и биогенных веществ в прибрежных районах юго-восточной части Баренцева моря.....	203
<i>Е.И. Назимко, С.Г. Черный.</i> Исследование элементарного акта флотации при очистке сточных вод	206
<i>Е.В.Осипов.</i> Сценарии развития рыбохозяйственной отрасли в России	209
<i>В.Ю.Проскурнин.</i> Изотоп ²⁴¹ Pu – актуальность и возможности мониторинга.....	211
<i>И.Р. Рагулина, Е.В. Краснов.</i> Развитие возобновляемой энергетики: история, современность и прогнозы	214
<i>Л.И. Рябушко, Н.В. Поспелова, Д.С. Балычева, А.В. Бондаренко.</i> Потенциально опасные микроводоросли планктона и бентоса локальных местообитаний в крымском побережье Азовского и Чёрного морей	215
<i>Н. А. Собгайда, Е. А. Тарановская.</i> Очистка сточных вод с применением композиционных материалов на основе хитозана и шелухи проса	218
<i>А. П. Стецюк, О. В. Плотицына, В. Н. Поповичев, М. А. Попов.</i> Экологический мониторинг содержания ртути в Балаклавской бухте, проведенный летом 2015 г.....	221
<i>И. В. Суховская, Е. В. Борвинская, Л. П. Смирнов, Е.П. Иешко, Н.Н. Немова.</i> Некоторые биохимические характеристики тканей пресноводной жемчужницы <i>Margaritifera margaritifera</i> L.	223

<i>И.В. Суховская, Е.В. Борвинская, З.И. Слуковский*, Л.П. Смрнов, Н.Н. Немова.</i> Изменения в системе глутатион-глутатион-S-трансфераза в тканях радужной форели под воздействием кадмия	226
<i>А.Г. Тригуб, Е.С. Дмитриева.</i> Нормирование загрязняющих веществ для сохранения водных биологических ресурсов и качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения.	228
<i>Н.Н. Фокина, Т.Р. Руоколайнен, Г.А. Шкляревич, Н.Н. Немова.</i> Межгодовая динамика липидного состава гепатопанкреаса литоральных мидий <i>Mytilus edulis</i> L., обитающих на различных биотопах Кандалакшского залива Белого моря.....	231
<i>Т.В.Хмара, К.А.Слепчук.</i> Влияние солености на состояние экосистемы в зоне смешения морских и речных вод.....	233
<i>Н.А. Цупикова, Ю.С. Костыря.</i> Экологическое состояние пруда Форелевого в Калининградской области в 2015-2016 г.г.	2366
<i>Н.А. Цупикова, А.С. Дроздова.</i> Экологическое состояние пруда Поплавок (Калининград) в 2015 году	239

СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ВОДОЕМОВ»

УДК 597 (470.26)(06)

ОЦЕНКА РАЗЛИЧИЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГУСТЕРЫ В РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКАХ ПРАВДИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Алдушина Ю.К.,
ФГОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
(ФГОУ ВО «КГТУ»)

Исследование распределения рыб имеет важное практическое рыбохозяйственное значение с точки зрения определения промысловых параметров популяций рыб и установления кратковременных и долгосрочных прогнозов промыслового использования ихтиофауны водоемов.

Кривая распределения может рассматриваться как некая теоретическая (вероятностная) форма распределения, свойственная определенной совокупности в конкретных условиях. Таким образом, анализируя частоты в эмпирическом распределении, можно описать его с помощью математической модели – закон распределения, установить по исходным данным параметры теоретической кривой и проверить правильность выдвинутой гипотезы о типе распределения данного ряда [2]. В настоящей работе приводится установление достоверных расхождений между эмпирическими распределениями густеры в двух участках Правдинского водохранилища на основании критерия согласия, который позволяет определить несущественными (случайными) или существенными (неслучайными) являются расхождения рассматриваемых распределений густеры.

Исходными данными послужили материалы контрольных обловов Правдинского водохранилища в 2013 году. Для оценки распределений густеры выбраны два района: нижнее и среднее течение Правдинского водохранилища в осенний период. Изучаемым признаком является размерная структура густеры, выраженная в индексах численности. Объем исследуемого материала составляет 165 экз. густеры.

Для оценки различий применялся критерий согласия Колмогорова - Смирнова, который позволяет определять расхождения между фактическими и теоретическими распределениями и различия между любыми двумя распределениями частот одного и того же признака даже в том случае, когда число классов и число дат у этих распределений неодинаково. Для определения расхождений используется критерий λ (лямбда), при применении которого не требуется определять число степеней свободы и не нужны таблицы для определения трех стандартных значений критерия, так как для любого числа классов эти предельные значения одинаковы: 1,36; 1,63; 1,95 и соответствуют обычным трем степеням вероятности достоверного различия: $\beta_1=0,95$; $\beta_2=0,99$; $\beta_3=0,999$ [1].

Оценка различий между двумя распределениями густеры в нижнем и среднем течении Правдинского водохранилища при помощи критерия лямбда определялась по формуле (1) [1]:

$$\lambda = \frac{|d|}{\sqrt{n}}, \quad (1)$$

где $|d|$ - максимальная разность (без учета ее знака) между накопленными частотами между распределениями частот одного и того же признака; n – общее число дат, образовавших первое и второе распределения.

На основании анализа размерной структуры густеры в двух участках Правдинского водохранилища определены накопленные частоты по Колмогорову – Смирнову, позволяющие определить критерий лямбда (таблица 1).

Таблица 1 - Эмпирическое распределение размерных групп и определение достоверности различий по Колмогорову – Смирнову густеры в нижнем и среднем участках Правдинского водохранилища в осенний период

Длина, см	Индекс численности, %		Накопленные частоты, d		Разница между накопленными частотами, d
	Нижнее течение	Среднее течение	Нижнее течение	Среднее течение	
3-4	1,87	7,27	1,87	7,27	5,40
5-6	1,87	3,64	3,74	10,91	7,17
7-8	9,35	14,55	13,08	25,45	12,37
9-10	23,36	30,91	36,45	56,36	19,92
11-12	17,76	20,00	54,21	76,36	22,16
13-14	11,21	12,73	65,42	89,09	23,67
15-16	14,02	1,82	79,44	90,91	11,47
17-18	9,35	5,45	88,79	96,36	7,58
19-20	8,41	1,82	97,20	98,18	0,99
21-22	2,80	1,82	100,00	100,00	0,00

На основании эмпирических данных размерной структуры густеры на двух участках Правдинского водохранилища можно сделать вывод о преобладании одной и той же модальной группы (9 – 10 см) и сходном характере самой структуры в целом (рисунок 1).

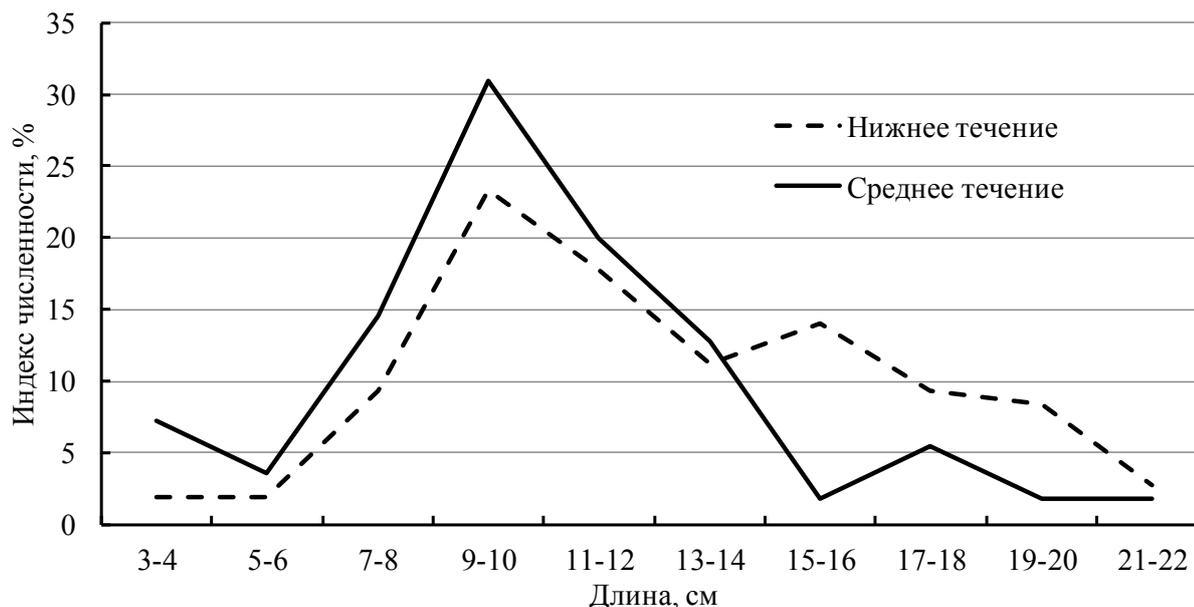


Рисунок 1 - Кривые распределений размерных групп густеры в нижнем и среднем течениях Правдинского водохранилища

На основании полученных расчетов был определен критерий лямбда, равный $\lambda=5,49$, что позволяет говорить о достоверном различии в распределении густеры в среднем и нижнем течениях при любой степени вероятности достоверного различия. Различия в распределении густеры в среднем и нижнем течениях обуславливаются более высокой долей крупноразмерных особей в нижнем течении Правдинского водохранилища. В целом, можно сделать вывод о тенденции увеличения доли крупноразмерных особей от среднего течения к нижнему.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Плохинский Н.А. Биометрия.- М.: МГУ, 1970. 367 с.
2. Теория статистики: учебник / Г.Л. Громыко. – М.: ИНФРА-М, 2000. 414 с.

THE ESTIMATION OF THE DISTRIBUTION DIFFERENCES OF THE WHITE BREAM IN THE DIFFERENT PARTS OF THE PRAVDINSKOE RESERVOIR

Aldushina Y.K

The significant differences between distribution of the white bream in the low and middle streams of the Pravdinskoe reservoir have estimated. It is noted that the share of big size fishes in the low stream is bigger than in the middle stream of the Pravdinskoe reservoir.

УДК: 597-152.6(261.74)

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ СЕВЕРНОЙ И ЮЖНОЙ ЧАСТЕЙ МАРОККО В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ

А.Г. Архипов, Р.А. Пак, Т.А. Симонова*
ФГБНУ «АтлантНИРО»,
*ФГБОУ ВО «КГТУ»

Исследование динамики численности рыб невозможно без выяснения закономерностей их выживания в раннем онтогенезе, так как основные параметры численности поколений рыб закладываются в течение ранних периодов жизни – эмбрионального, личиночного и малькового [2,3]. Массовыми представителями ихтиоценоза центрально-восточной Атлантики (ЦВА) являются: европейская сардина *Sardina pilchardus*, европейская ставрида *Trachurus trachurus*, восточная скумбрия *Scomber japonicus*, круглая сардинелла *Sardinella aurita* и западноафриканская ставрида *T. trecae* [4].

В работе проанализированы результаты ихтиопланктонных съёмок 1994–2014 гг. в водах северной (32–28°с.ш.) и южной (28–21°с.ш.) частей Марокко. Всего за рассматриваемый период было выполнено 28 ихтиопланктонных съёмок.

Рассматриваемый район является местом обитания рыб субтропической (атлантико-средиземноморской) и тропической (гвинейской) фаун, в основном здесь преобладают пелагические виды. Типичными представителями субтропической ихтиофауны являются европейская сардина, европейская ставрида и восточная скумбрия, тропической – круглая сардинелла и западноафриканская ставрида. Икринки и личинки этих видов в ихтиопланктоне, как правило, являются наиболее массовыми: субтропических видов – в холодные сезоны, тропических – в тёплые.

У берегов северной части Марокко качественный и количественный состав ихтиопланктона отражает фаунистическую принадлежность района. Чаще всего здесь отмечаются икринки и личинки субтропических видов, пик нереста которых приходится на холодные сезоны. Виды рыб на ранних стадиях онтогенеза, относящиеся к тропической фауне, в основном встречаются в тёплые сезоны и не столь многочисленны. Многолетние изменения численности икринок и личинок массовых рыб этого района представлены в таблице 1.

Таблица 1- Индексы численности икринок и личинок (экз. x 10⁹) массовых видов рыб на шельфе северной части Марокко (32-28°с.ш.)

Период съёмки	<i>Sardina pilchardus</i>		<i>Sardinella aurita</i>		<i>Trachurus trachurus</i>		<i>Trachurus trecae</i>		<i>Scomber japonicus</i>	
	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л
1994, I	4396,0	164,0	-	-	1143,0	15,9	-	-	513,9	29,0
1994, VII	-	-	12,0	26,0	-	-	17,0	7,0	-	-
1995, I-II	2801,4	1590,4	-	-	2069,4	89,2	-	-	210,1	73,5
1995, VII	-	-	252,0	32,9	-	-	69,2	11,1	47,4	27,5
1996, VI	-	-	44,2	131,6	-	-	102,3	30,5	-	-
1997, I-II	52,1	156,7	-	-	73,5	5,9	-	-	52,9	4,4
1997, VII-VIII	-	-	17,5	-	-	-	138,6	6,0	8,4	-
1998, III	7,8	238,3	-	-	247,3	7,0	-	-	5,5	1,5
1998, VII-VIII	10,8	-	14,8	-	-	-	150,6	6,0	4,4	-
1999, IV	302,3	180,9	-	-	213,0	7,6	-	-	172,4	-
1999, VII-VIII	-	-	2,3	22,4	-	-	132,9	9,1	15,0	-
2003, X-XI	192,5	324,0	-	-	72,3	38,1	-	-	26,9	16,3
2004, XI-XII	65,4	76,5	-	-	14,2	4,6	-	-	8,4	2,2
2005, XI-XII	283,3	530,9	-	-	57,9	11,9	-	-	12,9	16,6
2006, XII	676,6	297,6	-	-	90,8	4,7	-	-	74,9	1,3
2007, VIII	39,9	22,1	15,4	18,4	-	-	8,7	4,6	-	-
2007, XI-XII	1781,6	162,9	-	-	27,1	10,2	-	-	47,2	2,3
2008, XI-XII	380,8	183,0	-	-	78,6	5,0	-	-	128,5	-
2009, VII-VIII	-	2,7	2,1	131,7	-	-	13,1	9,0	-	-
2009, XII	826,4	193,5	7,4	-	104,7	-	-	-	93,2	-
2010, VII	1,2	2,6	1,9	11,6	1,9	-	121,0	-	7,2	-
2011, VII	-	-	6,9	-	-	-	8,8	10,2	49,5	1,9
2011, XII	172,0	93,2	19,6	2,3	28,7	3,5	-	-	24,2	-
2013, XI	121,5	75,3	2,6	4,9	7,3	2,4	-	-	34,7	-
Примечания										
1 И – численность икринок										
2 Л – численность личинок										

В северной части Марокко в 1994–1995 гг. наблюдалась повышенная численность икринок и личинок субтропических видов – сардины, европейской ставриды и скумбрии; в 1997–2004 гг. произошёл определённый спад, а с 2005 по 2009 г. – некоторое увеличение их численности (таблица 1). Межгодовые колебания численности икринок и личинок массовых видов тропической фауны не настолько чётко выражены (таблица 1). Относительное увеличение численности икринок и личинок западноафриканской ставриды отмечено в 1996–1999 гг. После 2007 г. тенденция повышения численности икринок и личинок рассматриваемых массовых видов тропической ихтиофауны не проявлялась.

В южной части Марокко в холодные сезоны преобладают представители субтропической фауны, в тёплые – тропической. Как следует из данных таблицы 2, в

изменениях численности ранних стадий развития субтропических видов рыб прослеживается близкая к отмеченной в северной части Марокко закономерность. Следовательно, в пределах экономической зоны Марокко существуют единые популяции этих видов, колебания численности которых примерно одинаковы на всей рассматриваемой акватории (32–21°с.ш.). В тёплые сезоны, в период нереста рыб тропической фауны, тенденции колебаний численности ихтиопланктона были в основном обратными по сравнению с холодными сезонами (таблица 2).

Таблица 2 - Индексы численности икринок и личинок (экз. $\times 10^9$) массовых видов рыб на шельфе южной части Марокко (28-21°с.ш.)

Период съёмки	<i>Sardina pilchardus</i>		<i>Sardinella aurita</i>		<i>Trachurus trachurus</i>		<i>Trachurus trecae</i>		<i>Scomber japonicus</i>	
	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л	И	Л
1994, I	670,0	856,0	-	-	743,0	74,0	-	-	111,0	30,0
1994, VII	98,0	40,0	1491,0	1203,0	123,0	30,0	265,0	87,0	1,0	-
1995, I-II	1953,0	2062,0	-	-	919,0	139,0	-	-	474,0	235,0
1995, VII	5,0	33,0	2035,0	1355,0	33,0	1,0	2084,0	79,0	12,0	-
1996, VI	309,0	215,0	733,0	756,0	351,0	19,0	241,0	26,0	1,0	-
1997, I-II	59,0	730,0	-	-	508,0	88,0	-	-	495,0	231,0
1997, VII-VIII	-	-	864,0	2797,0	28,0	-	694,0	101,0	6,0	-
1998, III	105,0	185,0	-	-	252,0	36,0	-	-	21,0	17,0
1998, VII-VIII	45,0	-	4115,0	98,0	176,0	-	331,0	3,0	2,0	3,0
1999, IV	504,0	479,0	-	-	213,0	22,0	-	-	29,0	23,0
1999, VII-VIII	65,0	45,0	7178,0	1596,0	45,0	12,0	628,0	23,0	18,0	2,0
2003, X-XI	9213,0	585,0	901,0	835,0	722,0	13,0	-	-	5,0	7,0
2004, VII	545,8	141,7	365,8	126,2	99,8	9,3	8,2	25,6	4,5	5,6
2004, XII	3590,5	312,8	33,7	-	134,8	4,4	-	-	42,6	3,8
2005, XII	2246,0	744,4	-	-	194,4	27,6	-	-	22,8	91,4
2006, VII	78,6	13,3	571,9	1012,0	-	-	343,2	58,9	6,7	-
2006, XII - 2007, I	720,4	695,8	5,1	1,3	64,6	7,3	-	-	112,6	22,9
2007, VII	359,5	100,4	63,6	289,3	-	-	126,5	55,2	16,9	5,6
2007, XII - 2008, I	8195,5	2332,5	17,5	-	314,5	34,9	-	-	267,1	27,8
2008, VII-VIII	38,1	252,8	2337,3	2242,7	-	-	55,0	70,0	34,4	5,8
2008, XII - 2009, I	6838,3	3943,8	850,3	-	39,0	5,4	-	-	501,2	43,0
2009, VIII	157,2	316,5	222,7	451,6	-	-	76,5	5,6	55,3	-
2009, XII - 2010, I	4453,2	2058,4	16,4	15,1	100,4	20,1	-	-	172,9	12,2
2010, VII-VIII	549,2	91,5	806,5	1242,6	-	-	123,0	62,6	-	-
2011, VII-VIII	298,4	-	755,0	549,0	2,2	-	19,5	-	13,3	-
2012, I	1726,1	632,2	49,8	16,6	137,7	41,6	-	-	1693,2	38,0
2013, XI-XII	7355,9	3924,4	42,6	2,8	72,7	22,0	-	-	42,9	-
2014, VIII-IX	1133,0	1478,9	1794,4	2495,0	76,5	18,8	284,8	47,0	163,6	536,6

Увеличение численности икринок и личинок круглой сардинеллы отмечалось в 1997–1999 и 2008 г. при относительно низких показателях в 1994–1995 и 2003–2007 гг. Численность икринок и личинок западноафриканской ставриды (за исключением 1995 г.) была стабильно невысокой во все годы наблюдений.

Таким образом, результаты проведённых исследований свидетельствуют, что колебания численности икринок и личинок рассматриваемых видов происходят не синхронно. Эти колебания определяются сложным комплексом абиотических и биотических факторов среды, влияющих на распределение и численность массовых промысловых видов рыб ЦВА в раннем онтогенезе [1]. В пределах экономической зоны Марокко существуют единые популяции европейской сардины, европейской ставриды и восточной скумбрии, колебания численности ранних стадий развития которых были близки на всей рассматриваемой акватории (32–21° с.ш.). Данные по западноафриканской ставриде и круглой сардинелле не столь однозначны, т.к. значительные скопления этих видов находятся южнее, в водах Мавритании.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Архипов А.Г. Динамика численности и особенности распределения ихтиопланктонных сообществ северной части Центрально-Восточной Атлантики и морей Средиземноморского бассейна. Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 2006. 232 с.
2. Архипов А.Г. Динамика численности икринок и личинок массовых видов рыб северной части Центрально-Восточной Атлантики. В 55 т. «Вопросы ихтиологии», Т. 55, № 2, 2015. С. 173-179.
3. Значение ранних стадий развития в формировании численности поколений. / Т.В. Дехник, Серебряков В.П., Соин С.Г. сб. науч. тр. / Теория формирования численности и рационального использования стад промысловых рыб. М.: Наука, 1985. С. 56-72.
4. Рыбы и рыболовство в неритической зоне Центрально-Восточной Атлантике / Л.Н. Доманевский. сб. тр. / АтлантНИРО. Калининград, 1998. 195 с.

ABUNDANCE DYNAMICS OF COMMERCIAL FISH IN THE EARLY ONTHOGENY IN THE NORTHERN AND SOUTHERN PARTS OF MOROCCO

A.G. Arkhipov, R.A. Pak, T.A. Simonova

Fluctuations in abundance of commercial fish eggs and larvae of the northern and southern parts of Morocco do not occur synchronously, they are determined by a complex environmental set of abiotic and biotic factors.

УДК 574.6(268.45)

ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

А.М. Бондарь, А.Ю. Жилин

ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича» (ФГБНУ «ПИНРО»), г. Мурманск.

Баренцево море - один из важнейших промысловых районов Мирового океана. Оно дает более половины рыбы и других гидробионтов, добываемых российскими судами в Северном бассейне, и по биологической продуктивности уступает только дальневосточным морям [2].

Промысловые виды рыб – основной морепродукт и важнейший продовольственный ресурс, требующий внимательного изучения и постоянного мониторинга с точки зрения

экотоксикологии и содержания в них основных групп поллютантов глобального распространения.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) относятся к классу загрязняющих веществ природного и антропогенного происхождения, который широко изучается по причине своих канцерогенных и мутагенных свойств и включен в списки приоритетных для контроля в окружающей среде поллютантов в США и ЕС [11]. ПАУ могут отрицательно влиять на различные компоненты трофической цепи, в том числе на низких ее уровнях [10]. На морских беспозвоночных и рыб ПАУ оказывают токсичное воздействие при содержании в тканях на уровне нескольких мкг/г [9].

Накопление ПАУ в организме непосредственно к гибели рыбы не приводит, но стимулирует механизм образования злокачественных опухолей через формирование аддуктов ДНК и химически активных метаболитов ПАУ [7]. Отрицательное воздействие ПАУ на рыб в настоящее время исследовано мало, но предполагается, что эти вещества могут затрагивать механизмы нейротрансдукции, подобно известному инсектициду дихлордифенилтрихлорэтану (ДДТ) [3]. ПАУ могут воздействовать на репродуктивную систему рыб и передаваться через гонады, что усиливает мутагенез и канцерогенез в потомстве [4].

Закономерности биоаккумуляции ПАУ в тканях рыбы остаются неизвестными. Считается, что индивидуальные конгенеры ПАУ быстро метаболизируются в тканях рыб, что затрудняет определение их содержания [5].

В работе использованы пробы рыб, собранные в различных промысловых районах Баренцева моря в рейсе № 101 НИС «Вильнюс» (август-сентябрь 2015 г.) (рисунок). Проанализировано 63 пробы (36 проб мышц и 27 проб печени) трески, пикши, черного палтуса, камбалы-ерша, морской камбалы, синей и полосатой зубатки, окуня - клювача, чернобрюхого липариса, сайки и мойвы.

В мышцах и печени рыб определено содержание 19-ти ПАУ: нафталин (Naph), 1-метилнафталин (1-MeNaph), 2-метилнафталин (2-MeNaph), аценафтилен (AcI), аценафтен (Ac), флуорен (Flu), фенантрен (Phe), антрацен (An), флуорантен (Flt), пирен (Py), бенз(а)антрацен (BaA), хризен (Chry), бенз(б)флуорантен (BbF), бенз(к)флуорантен (BkF), бенз(а)пирен (BaP), перилен (Per), индено(1,2,3-сд)пирен (Ipy), дибенз(а,н)антрацен (DBA), бенз(г,н,и)перилен (Bper). К канцерогенным ПАУ относят BaA, Chry, BbF, BkF, BaP, Ipy, DBA [6].

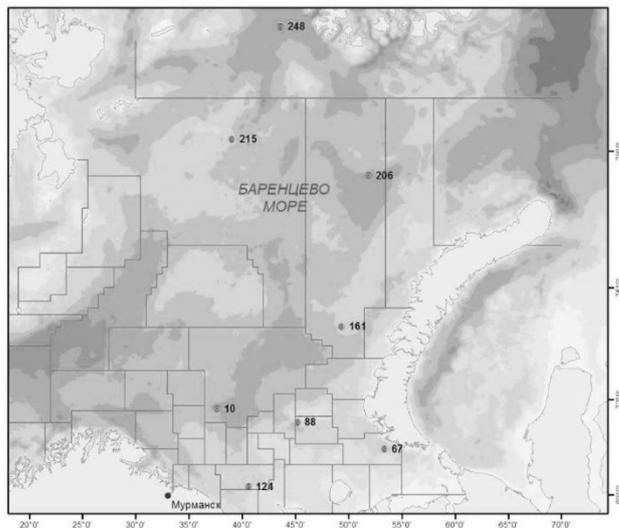


Рисунок 1 – Станции отбора проб рыбы в Баренцевом море в августе-сентябре 2015 г.

В печени рыб, как депонирующем органе, суммарное содержание ПАУ было значительно выше, чем в мышцах, вследствие более высокого количества жира.

Флуорантен и пирен присутствовали в тканях всех исследованных рыб в минимальном количестве, наряду с бенз(b)флуорантеном и бенз(k)флуорантеном. В то же время в печени содержание бенз(g,h,i)перилена и дибен(a,h)антрацена для большинства исследованных видов находилось на значительном уровне. Содержание некоторых ПАУ (бенз(a)антрацен, хризен, бенз(a)пирен, индено(1,2,3-cd)пирен), в рыбах Баренцева моря было незначительно. Вероятно, распределение этих высокомолекулярных ПАУ в тканях рыб связано с уровнями их содержания в морской среде и сезонными особенностями питания [7].

Полученные значения среднего содержания Σ ПАУ и их отдельных конгенов в мышцах рыб соответствовали уровням содержания ПАУ в рыбах Северной Атлантики и Баренцева моря, найденным ранее. Для печени исследованных рыб полученные результаты несколько превышали найденные ранее. Наибольшие содержания Σ ПАУ было найдено в мышечной ткани мойвы и печени трески. Самые низкие концентрации обнаружены в мышцах пикши и в печени синей зубатки. Среднее содержание Σ ПАУ находилось в диапазоне 2,1-25,4 (мышцы) и 26-316 (печень) нг/г сырой массы.

Среднее содержание канцерогенных ПАУ было высоким в мышцах трески (0,83 нг/г), камбалы-ерша (1,04 нг/г) и черного палтуса (1,99 нг/г). В печени трески также наблюдался более высокий уровень канцерогенных ПАУ (89,05 нг/г). Эти соединения содержатся в исследованных органах и тканях в незначительном количестве. Результаты анализов свидетельствуют о том, что у всех исследованных видов рыб Баренцева моря ткань с более высоким содержанием жира является местом преимущественного накопления ПАУ.

В России отсутствует нормирование содержания ПАУ в морской рыбе, лимитируется только содержание бенз(a)пирена в продуктах копчения [1]. На основе опубликованных результатов, где найденные значения ПАУ значительно выше представленных [3], и собственных данных, можно утверждать, что современные уровни содержания ПАУ в промысловых рыбах Баренцева моря не могут влиять на состояние их запасов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. М.: Минздрав РФ, 2002. 164 с.
2. Реакции гидробионтов на загрязнение среды при разработке нефтегазовых месторождений шельфа Баренцева моря / В. В. Кошелева, И.П. Мигаловский, М.А. Новиков, Е.А. Горбачева, А.М. Лаптева. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1997. 3 с.
3. A comprehensive assessment of the impacts of contaminants on fish from an urban waterway / T.K. Collier, L.L. Johnson, C.M. Stehr [et al.] // Marine Environmental Research. – 1998. – Vol. 46. – P. 243-247.
4. Contaminant effects on reproductive success in selected benthic fish / Johnson L.L., Casillas E., Collier T.K. [et al.] // Marine Environmental Research. – 1993. – Vol. 35. – P. 165-170.
5. Deb S.C. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Fish Organs / Deb S.C., Araki T., Fukushima T. // Marine Pollution Bulletin. – 2000. – Vol. 40. N 10. – P. 882-885.
6. IARC. Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans: polynuclear aromatic hydrocarbons. WHO, Lyon (France). 1983. V. 32.
7. Detection of aromatic hydrocarbon - DNA adducts in beluga whales from the Arctic Ocean / Mathieu A., Payne J.F., Fancey L.L. [et al.] // Marine Environmental Research. – 1998. – Vol. 46. – P. 360-361 (abstract).
8. Kiceniuk J.W. Extractable organohalogens in tissues of beluga whales from the Canadian arctic and the St. Lawrence estuary / Kiceniuk J.W., Holzbecher J., Chatt A. Environmental Pollution. – 1997. – Vol. 97. – P. 205-211.
9. Klaassen C.D. Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons (5th ed.) / Klaassen C.D. // McGraw Hill. – New York, 1996. – 920 pp.
10. Neff J.M. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Aquatic Environment — Source,

Fate and Biological Effects / Neff J.M. // Applied Science Publishers Ltd, Essex, London, UK. – 1979. – 262 pp.

11. PAH metabolites in bile, cytochrome P4501A and DNA adducts as environmental risk parameters for chronic oil exposure: a laboratory experiment with Atlantic cod / Aas E., Baussant T., Balk L. [et al.] // Aquat. Toxicol. – 2000. – Vol. 51. P. 241–258.

POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN COMMERCIAL FISH OF THE BARENTS SEA

A.M. Bondar, A.Yu. Zhilin
FGBNU «PINRO»

Muscles and livers of fishes from the Barents Sea were analysed for 19 polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). Current levels of PAH's content in commercial fishes from the Barents sea can't influence the state of their stocks.

УДК 597-19 (261.74) + 639.2.05

ВИДОВАЯ СТРУКТУРА ПРИЛОВА В УЛОВАХ РОССИЙСКИХ РЫБОПРОМЫСЛОВЫХ СУДОВ В ИЭЗ МАВРИТАНИИ В 2004-15 ГГ.

С.Ю.Гулюгин, Н.И.Мыльников, Г.Е.Маслянкин
ФГБНУ «Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (АтлантНИРО)», г. Калининград, Россия, sergulyugin@atlantniro.ru

В рамках Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Исламской Республики Мавритании о сотрудничестве в области морского рыболовства и рыбного хозяйства от 12 мая 2003 г. на протяжении многих лет научные наблюдатели ФГБНУ «АтлантНИРО» ведут мониторинг уловов российскими рыбопромысловыми судами при промысле основных пелагических видов (ставриды, скумбрия, сардинеллы, сардина) в районе исключительной экономической зоны (ИЭЗ) Мавритании.

По нашим данным при пелагическом промысле в уловах встречаются более 100 пелагических и демерсальных видов рыб, среди которых не менее 35 видов являются ценными пищевыми объектами. Изучение видового состава уловов позволяет прогнозировать возможный состав уловов для повышения экономической эффективности работы отечественных судов и более полного освоения этих объектов.

Исходными данными для анализа послужили материалы, собранные научными наблюдателями ФГБНУ «АтлантНИРО» в 18 рейсах за период с 2004 по 2015 гг. За обзорный период получены и обработаны пробы из уловов 2235 тралений. Для удобства проведения анализа уловов виды прилова были сгруппированы по родству и из всего списка были взяты группы, которые в отдельные периоды могли составлять по массе более 3 % от прилова (таблица 1). Оставшиеся виды прилова включены в группу «прочие».

В ИЭЗ Мавритании основными объектами пелагического промысла за период 2004-2015 гг. являлись: западноафриканская ставрида – *Trachurus trecae* (34,8 % от общего среднемноголетнего вылова), восточная скумбрия – *Scomber japonicus* (22,9 %), круглая сардинелла – *Sardinella aurita* (18,4 %), европейская ставрида – *Trachurus trachurus* (9,3 %), европейская сардина – *Sardina pilchardus* (5,0 %), а также в меньшей степени африканский каранк – *Caranx rhonchus* (1,6 %) и плоская сардинелла – *Sardinella maderensis* (1,5 %). Доля массовых пелагических видов ежегодно составляла от суммарного вылова 90-99 %, в среднем за обзорный период 93,6 %. Доля рыб прилова в среднем составляла 6,4 %, но могла колебаться от 2 до 9% от общего вылова в зависимости от квартала.

Таблица 1 - Виды прилова в ИЭЗ Мавритании

Условные группы прилова	Виды рыб прилова
Рыба-сабля	<i>Lepidopus caudatus</i> , <i>Trichiurus lepturus</i>
Пелагида	<i>Sarda sarda</i>
Морской лещ	<i>Brama brama</i> , <i>Taractes imberbis</i> , <i>Taractichthys longipinnis</i>
Мерлузы	<i>Merluccius merluccius</i> , <i>M. senegalensis</i> , <i>M. polli</i>
Лихии	<i>Campogramma glaucos</i> , <i>Trachinotus ovatus</i> , <i>Lichia amia</i>
Берикс	<i>Beryx splendens</i>
Малые тунцы	<i>Auxis thazard</i> , <i>A. rochei</i>
Солнечники	<i>Zeus faber</i> , <i>Zenopsis conchifer</i>
Масляные рыбы	<i>Shidophilus ovatus</i> , <i>Hiperogliphe moselii</i> , <i>Centrolophus niger</i> , <i>Psenes pellucidus</i>
Отоперка	<i>Brachydeuterus auritus</i>
Рыбы-капитаны	<i>Pseudolithus brachignathus</i> , <i>P. senegalensis</i> , <i>Argirosomus regius</i>
Луфарь	<i>Pomatomus saltatrix</i>
Пагелюсы	<i>Pagellus acarne</i> , <i>P. bellottii</i> , <i>P. erythrinus</i> , <i>P. mormyrus</i>
Большеголов	<i>Hoplostethus mediterraneus</i> , <i>H. cadenatii</i>
Тунцы	<i>Euthynnus alleteratus</i> , <i>Katsuwonus pelamis</i> , <i>Thunnus albacares</i>
Зубаны	<i>Dentex macrophthalmus</i> , <i>D. maroccanus</i> , <i>D. polli</i>
Пристипомы	<i>Pomadasyus incisus</i> , <i>P. rogerii</i> , <i>P. jubelini</i>
Кефали	<i>Mugil cephalus</i> , <i>M. liza</i>
Рыба-пятак	<i>Capros aper</i> , <i>Antigonia capros</i>
Морские сомы	<i>Arius heudelotii</i>
Макрели	<i>Scomberomorus tritor</i> , <i>S. maculatus</i> , <i>Elagatis bipinnulatus</i>
Диаграмма	<i>Plectorhinchus mediterraneus</i>

В качестве прилова в уловах отмечались более 95 пелагических и демерсальных видов рыб, однако для выработки пищевой продукции используются следующие массовые виды: рыба - сабля (в основном волосохвостая *Trichiurus lepturus*) (32,0 %), пелагида (*Sarda sarda*) (15,0 %), морской лещ (в основном *Brama brama*) (9,8 %), мерлузы (род *Merluccius*) - 8,4 %, лихия (в основном *Campogramma glaucos*) (8,0 %), берикс (*Beryx splendens*) и малые тунцы (род *Auxis*) около 4,5 % и др. (рисунок 1).

Изменения в видовом составе прилова на протяжении года зависят от смены теплого и холодного гидрологического сезонов. В ИЭЗ Мавритании холодный гидрологический сезон приходится на первый квартал. За период наблюдений с 2004 по 2015 гг. ТПО на промысловых участках от января к марту понижается, и в уловах начинают доминировать виды рыб, которые придерживаются относительно холодных вод. В этот период суда обычно работали в основном в северной части ИЭЗ Мавритании, но можно выделить участки, где промысловая обстановка была более устойчивой: северный (20°46' - 19°00'с.ш.) с глубинами до 700 м и центральный (18°45' - 17°10'с.ш.) с глубинами до 400 м. Основу прилова в первом квартале составляли: рыба – сабля (49,6 %), морской лещ (12,2 %), солнечники (10,3 %), мерлузы (9,9%).

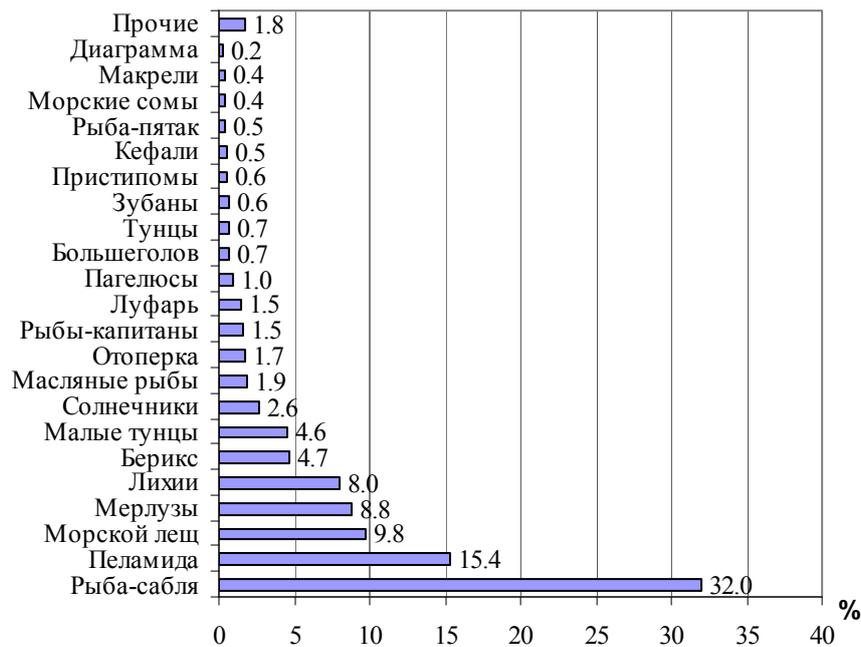


Рисунок 1 - Соотношение условных групп прилова по среднееголетним данным за 2004-2015 гг.

Во втором квартале происходит переход от холодного гидрологического сезона к тёплому, с апреля – мая на южном участке ИЭЗ фон ТПО начинает повышаться. В течение второго квартала в уловах продолжают доминировать виды рыб, связанные с относительно холодными водами, а в середине периода появляются более теплолюбивые виды рыб. Российский флот в это время в основном работал на трех участках по всей ИЭЗ Мавритании: северном (20°40' - 19°40'с.ш.) до глубин 1000 м, центральном (19°35' - 17°20'с.ш.) до глубин 1000 м и южном (17°10' - 16°04'с.ш.) до глубин 1000 м. В апреле – июне в прилове также преобладала рыба – сабля (42,5 %), берикс (10,5 %), мерлузы (12,8), малые тунцы (6,4 %), пеламида и морской лещ (по 8,5 %).

В третьем квартале ТПО повышается, что обусловлено перемещением с юга теплых тропических вод. В этот период в связи с миграцией к северу более теплолюбивых видов в уловах происходит смена доминирующих видов рыб. Изменения видового состава заметны по структуре прилова. Суда в основном работали в северной части ИЭЗ (20°40' - 19°00'с.ш.), где сохранялась более устойчивая промысловая обстановка, до глубин 1000 м. Эпизодически траулеры вели лов на центральном участке (19°35' - 18°55'с.ш.) до глубин 880 м. В июле – сентябре произошло значительное изменение видового состава прилова. В списке условных групп прилова стали преобладать: пеламида (27,3 %), рыба – сабля (16,8 %), лихия (18,1 %), морской лещ (10,1 %), мерлузы (4,8 %).

В четвертом квартале продолжается теплый гидрологический период с высоким фоном ТПО. К концу квартала на северных промысловых участках начинается понижение ТПО, что связано с перемещением на юг теплых тропических вод. В течение этого квартала в уловах происходит смена доминирующих видов рыб. Крупнотоннажные суда вели рыбопромысловую деятельность на северном участке (20°46' - 20°00'с.ш.) до глубин 200 м и центральном (19°30' - 18°20'с.ш.) до глубин 300 м. В составе условных групп прилова стали доминировать: зубаны (17,4%), рыба – сабля (16,0 %), малые тунцы (11,6%), пеламида (11,8 %), морской лещ (10,8 %), кефали (8,9 %), лихия (7,7%).

По результатам проведенного исследования установлено, что видовой состав прилова имел значительные межгодовые и сезонные колебания и зависел как от изменения условий окружающей среды и распределения видов рыб, так и от конкретного задания для

отдельного промыслового судна или группы судов на вылов тех или иных массовых пелагических рыб исходя из коммерческих интересов судовладельцев.

Следует отметить, что последние годы в связи с развитием национального рыболовства Правительства стран Северо-Западной Африки часто меняют условия промысла для иностранных судовладельцев. Для защиты и отстаивания интересов российского промысла на международной арене требуется постоянный мониторинг отечественными научными наблюдателями видового состава уловов, в том числе доли прилова от общего вылова, изменчивости промысловой обстановки и эффективности промысла в ИЭЗ стран Северо-Западной Африки.

В докладе описывается видовая структура рыб в уловах российских промысловых судов за период 2004-15 гг. Показано поквартальное изменение соотношения видов в прилове в связи со сменой гидрологических сезонов года. Установлено, что средний многолетний улов за период 2004-15 гг. составлял 6,4% от общего улова.

VIDOVAYA STRUKTURA PRILOVA V ULOVAKH ROSSIYSKIKH
RYBOPROMYSLOVYKH SUDOV V IEZ MAVRITANII V 2004-2015 GG.
THE SPECIES STRUCTURE OF THE BY-CATCH IN THE CATCHES OF RUSSIAN FISHING
VESSELS IN THE EEZ OF MAURITANIA IN 2004-15

S.Yu. Gulyugin, N.I.Mylnikov, G.E. Maslyankin

The report describes the species composition of fish in the catch of Russian fishing vessels over the period 2004-15. Quarterly change in the structure of species in by-catch is corresponding to the change of hydrological seasons. The mean annual catch for 2004-15 was 6,4% of the total catch.

УДК 597.5-135 (261)

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К КОМПЛЕКСНОМУ АНАЛИЗУ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
МОЛОДИ РЫБ ПОДВОДНЫХ ПОДНЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ *BERYX SPLENDENS*

С.Ю. Гулюгин, Д.А. Чуринов, А.Д. Козлов, Е.И. Кукуев
ФГБНУ «Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и
океанографии (АтлантНИРО)», Россия, 236022, г. Калининград, Дм. Донского, 5,
sergulyugin@atlantniro.ru

В настоящее время в связи с сокращением доступных промысловых океанических ресурсов важное значение приобретает промысел на подводных поднятиях и вокруг островов. С начала 2000-х годов в разных частях Мирового океана был проведен ряд масштабных исследований, посвященных изучению биологии рыб подводных поднятий. Советская и российская рыбохозяйственная наука уделяла большое внимание изучению берикса Атлантического океана. Первым обобщением была работа Алексеева с соавторами (1987), в которой он высказал гипотезу о функциональном разделении ареала берикса Северной Атлантики и путях переноса его ранних стадий со стороны единственного тогда известного места нереста – Углового поднятия в сторону Срединно-Атлантического хребта, Азорского архипелага и Северо-Западной Африки [1]. На основании современных методов исследований и накопленных многолетних данных мы решили проанализировать эту гипотезу с разных подходов. Исходными материалами послужила информация, собранная в научно-исследовательских экспедициях АтлантНИРО, международных базах данных и литературных источниках: встречаемость, величины уловов, размерные ряды, биологическое состояние, размерно-возрастные ключи, результаты генетического анализа *Beryx splendens*. Для выявления возможных путей переноса ранних стадий и молоди берикса, которые являются пассивными планктонами, были привлечены данные проекта Global Drifter Program

(GDP) по поверхностно-дрейфующим буям за период 1993–2011 гг. Для изучения гидрологических условий в районе Углового поднятия привлекались экспедиционные данные АтлантНИРО (1981-2007 гг.) и альтиметрические измерения (1993-2014 гг.).

В результате проведенного исследования можно сделать ряд выводов:

1. Основные запасы берикса в Северной Атлантике сосредоточены над Угловым поднятием и вокруг Азорского архипелага и близлежащих подводных поднятиях.

2. Существует несколько участков нереста берикса – это Угловое поднятие, Азорские о-ва, Южно-Азорское подводное поднятие, материковые склоны Северо-Западной Африки.

3. Генетические исследования показали общность берикса открытой части Атлантики и его отличие от рыб, выловленных возле островов у побережья Северо-Западной Африки [1].

4. В Северной Атлантике можно предположить существование двух субпопуляции берикса – океанической и материкового склона с ограниченной возможностью обмена генетическим материалом между ними.

5. Изучение гидрологического режима в районе Углового поднятия показало: а) в период нереста берикса (июль-август) происходит ослабление циркуляции и складываются хорошие условия для подращивания личинок до их последующего выноса; б) вынос пассивных планктеров вихрями является незначительным по сравнению с выносом в основной струе Азорского течения; в) вынос основной массы пассивных планктеров из района Углового поднятия происходит в течение 1-2 месяцев;

6. Наличие небольшого количества молоди берикса в уловах над Угловым поднятием говорит о его преимущественном выносе в район Азорских о-вов и Южно-Азорского подводного поднятия. Это подтверждается анализом траекторий дрейфа буев и незначительным возвратом вынесенных буев обратно в район Углового поднятия.

7. Разнос молоди берикса из мест нереста имеет большую площадь, перенос происходит по определенным маршрутам и большая часть молоди после достижения соответствующего биотопа переходит от пелагического к придонно-пелагическому образу жизни в течение полугода-года. В зависимости от качества условий подращивания одновозрастная молодь берикса имеет очень широкий диапазон длин. Молодь одного возраста может иметь длину как 6-7 см и находиться в приповерхностных слоях, так и 17-20 см и находиться в придонном слое на горизонте 200 метров.

8. Массовое пополнение берикса над Южно-Азорским поднятием происходит не только в январе-феврале, но и постепенно в течение всего года, что показывает размерно-возрастной анализ уловов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Макромасштабная циркуляция вод, функциональная структура ареала и популяционная структура берикса-альфонсина *Beryx splendens* Lowe Атлантического океана /Экологические исследования в Атлантическом океане и юго-восточной части Тихого океана: сб. науч. тр. /АтлантНИРО./ Ф. Е. Алексеев, Е. И. Алексеева, И. А. Трунов, В. И. Шлибанов. Калининград: АтлантНИРО, 1987. С. 4-19.

2. Molecular identification and biometric analysis of Macronesian archipelago stocks of *Beryx splendens* / S.Schönhuth, Y.Álvarez, V.Rico, et al. / Fish. Res. -2005.- Vol.73.№.3. - P. 299–309.

THE MODERN APPROACH TO THE COMPLEX DISTRIBUTION ANALYSIS OF JUVENILE FISH OF SEAMOUNTS THE EXAMPLE OF *BERYX SPLENDENS*

S.Yu. Gulyugin, D.A.Churin, D.A.Kozlov, E.I.Kukuev

We revisit the hypothesis by F.E.Alekseev (1987) about the division of the distribution area of *Beryx splendens* in the North Atlantic on the reproductive and vegetative parts. This study used several databases (international and domestic) as well as a literature survey on the following topics: occurrence, the value of catches, biological states, age-length keys, the results of the genetic analysis, tracks of passive drifters in the North Atlantic (GDP project), and results of altimetry measurements. We confirm the hypothesis by F.E.Alekseev with regard to the Corner Rise Seamounts. We also propose the existence of oceanic and continental slope subpopulations of *Beryx splendens*.

УДК 504.054

МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ И СРЕДЫ ИХ ОБИТАНИЯ ПО ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В 2015 ГОДУ

Д.М. Драганов, А.Ю. Жилин

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ФГБНУ «ПИНРО»), 183038 Россия, г. Мурманск, ул. Академика Книповича, д. 6, draganov@pinro.ru

В соответствии с директивами Федерального агентства по рыболовству (Росрыболовство), Протоколами ежегодной Смешанной Российско-Норвежской комиссии по рыболовству (СРНК) и рекомендациями Международного совета по исследованию моря (ИКЕС), ФГБНУ «ПИНРО» на постоянной основе осуществляет мониторинг водных биологических ресурсов (ВБР) Баренцева моря и среды их обитания по химическим показателям. В 2015 г. на акватории Баренцева моря был проведен рейс № 99 НИС «Фритъоф Нансен», в котором проводился отбор проб воды, донных осадков и биоты для анализа содержания основных групп загрязняющих веществ (рисунок 1).

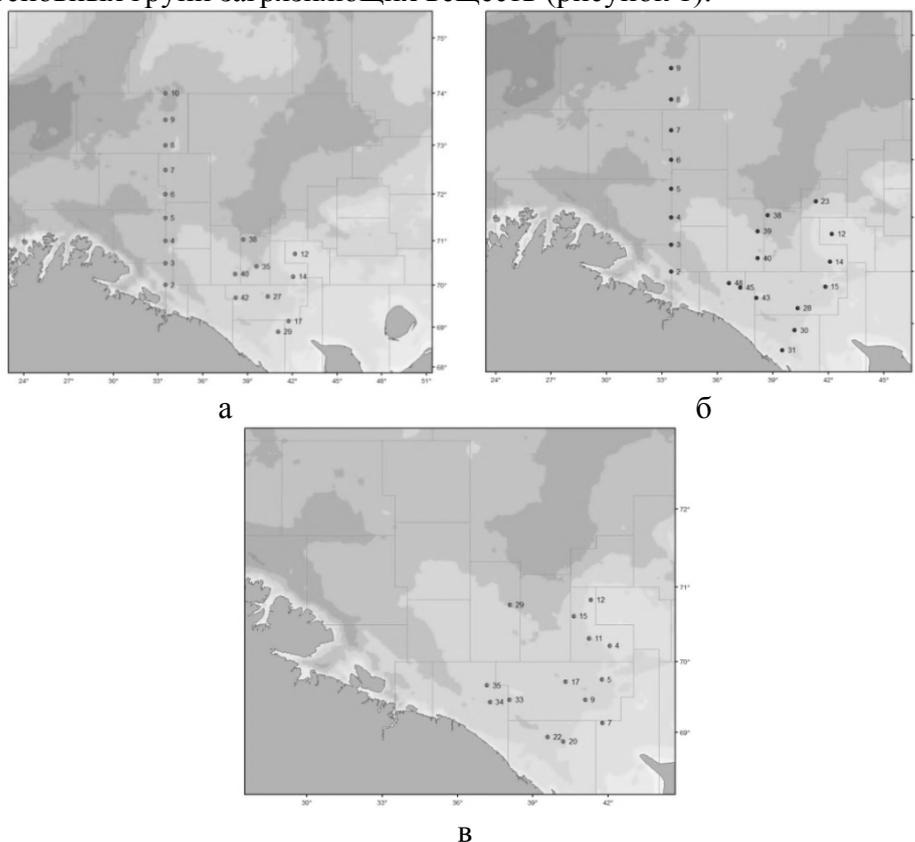


Рисунок 1 – Станции отбора проб воды (а), донных осадков (б) и ихтиофауны (в) в Баренцевом море в 2015 г.

Мониторинг ВБР и среды их обитания по химическим показателям заключается в отборе проб на станциях, район выполнения которых планируется заранее или определяется в рейсах научно-исследовательских судов (НИС) и количественном химическом анализе (КХА) полученного материала с обработкой его результатов в лаборатории прикладной экологии и токсикологии ПИНРО (Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.518450).

Мониторингом были охвачены следующие виды рыб: атлантическая треска (*Gadus morhua*), пикша (*Melanogrammus aeglefinus*), камбала-ерш (*Hippoglossoides platessoides*), морская камбала (*Pleuronectes platessa*), пятнистая зубатка (*Anarhichas minor*), черный палтус (*Reinhardtius hippoglossoides*) и мойва (*Mallotus villosus*). Объем выполненных по результатам лабораторных химико-аналитических исследований составил 36 проб воды, 20 проб донных осадков, 80 проб гидробионтов, что позволяет объективно оценивать состояние загрязнения ВБР Баренцева моря и среды их обитания при составлении прогноза в рыбопромысловых целях.

Полученные данные подтверждают сохранение общего низкого уровня загрязнения морской среды и объектов промысла в Баренцевом море (рисунки 2,3). Исключением являются суммарные концентрации полициклических ароматических углеводородов в воде, где отмечено повсеместное превышение глобального фонового уровня.

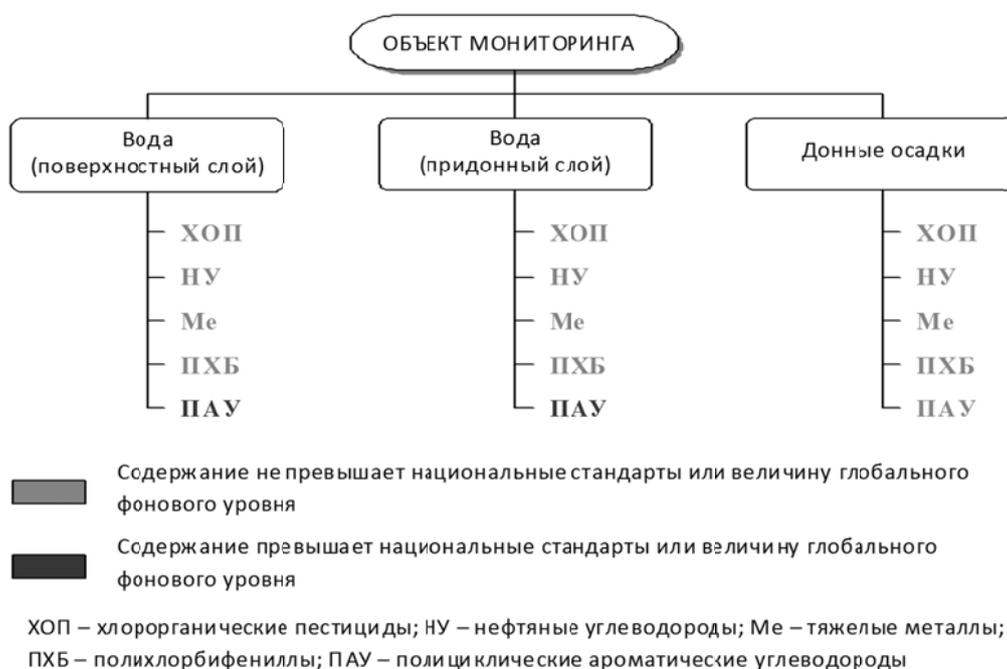


Рисунок 2 – Состояние загрязнения среды обитания водных биоресурсов Баренцева моря в 2015 г.

В перспективе при сохранении существующего уровня антропогенного воздействия наблюдаемый уровень загрязнения ВБР и морской среды не окажет существенного влияния на состояние запасов промысловых видов гидробионтов, а уровень содержания поллютантов не превышает допустимых величин, установленных санитарными правилами и нормами для морских рыб и нерыбных объектов промысла [1].

На основании данных мониторинга за период с 2003 по 2015 гг. выполнено комплексное картографирование содержания загрязняющих веществ в воде поверхностного слоя Баренцева моря с использованием ГИС-технологий и статистическая обработка данных химико-аналитических исследований. Исследовались закономерности загрязнения акватории Баренцева моря алифатическими углеводородами, стойкими органическими загрязнителями и тяжелыми металлами.



Рисунок 3 – Состояние загрязнения водных биоресурсов Баренцева моря в 2015 г.

В результате проделанной работы был создан «Атлас загрязнений водных масс Баренцева моря» представляющий собой подборку электронных тематических карт пространственного распределения концентраций основных загрязняющих веществ на акватории Баренцева моря и краткой справочной информации по каждому веществу.

Регулярный мониторинг загрязнения БР Баренцева моря и среды их обитания, осуществляемый ПИНРО, важен не только для развития рыбохозяйственной отрасли страны, но и для обеспечения национальных программ модернизации экономики, в том числе в области освоения шельфовых нефтегазовых месторождений и развития морских транспортных коммуникаций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СанПиН 2.3.2. 1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. М.: Минздрав РФ, 2002. 164 с.

MONITORING OF WATER BIORESOURCES FROM THE BARENTS SEA AND THEIR HABITATS BY CHEMICALS IN 2012

D.M. Draganov, A.Yu. Zhilin

The results of the monitoring of aquatic biological resources in the Barents Sea and their habitat in 2015 are presented. The observed level of pollution of aquatic organisms and marine environment does not have a negative effect on the state of fishing stocks.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕРМАФРОДИТИЗМА У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА
ТРЕСКОВЫЕ GADIDAE.

К.А. Жукова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии –
ВНИРО, Москва

Изучение особенностей полового созревания у рыб имеет большое значение для характеристики многих важнейших популяционных параметров, таких как воспроизводительная способность популяции, темп роста, урожайность поколений и других. Исследование эколого-физиологических особенностей полового созревания позволяет судить о процессах динамики численности популяций и использовать эти данные для целей промыслового прогнозирования. Особый интерес в этом плане представляют различные нарушения процессов нормального развития репродуктивной системы морских промысловых рыб, такие как тотальная или частичная резорбция развивающихся половых клеток, различные формы гермафродитизма, пропуск нереста.

Явление гермафродитизма определяется наличием как мужской, так и женской половой ткани в одной гонаде. Оно было описано у многих костистых рыб [Персов, 1975; Devlin, Nagahama, 2002; Mitcheson, Liu, 2008, Bahamonde et al., 2013], но чрезвычайно редко отмечалось у морских рыб, особенно у тресковых, несмотря на большое количество работ, посвященных этим видам.

Представители семейства тресковые - одни из самых распространенных в северном полушарии рыб, а такие виды, как минтай и треска, являются важнейшими объектами мирового промысла.

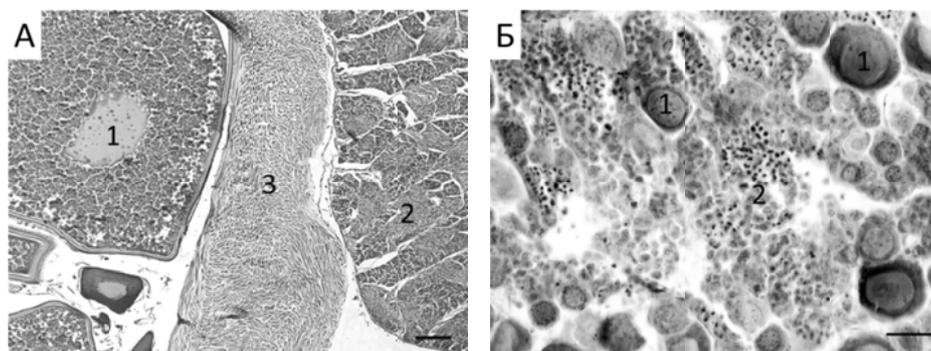
Гермафродиты минтая *Theragra chalcogramma* отмечались в ходе промысла в Охотском и Беринговом морях с 1987 по 2014 гг. редко, но постоянно, составляя в уловах 0,0003-0,0016%. Всего было выловлено 15 таких особей. Длина бисексуальных экземпляров варьировала от 44 до 53,5 см, масса – от 610 до 970 г, возраст составил 6-10 лет [Zhukova, Privalikhin, 2015].

Летом 2011-2012 гг. в ходе ихтиологических исследований в районе Беломорской биологической станции имени Н.А. Перцова (ББС МГУ) Кандалакшского залива Белого моря были обнаружены 3 особи беломорской трески *Gadus morhua marisalbi* с гермафродитными гонадами (3,8% от всех исследованных рыб). Размеры рыб составили 20-25 см, масса 113-160 г, возраст 3 года [Белова, Жукова, 2016].

Явление гермафродитизма также известно для атлантической трески *Gadus morhua* [Hefford, 1908]. В лабораторных условия особей трески с бисексуальными гонадами получали путем воздействия на них стероидами [Haugen et al., 2011].

Для всех гермафродитов представителей семейства тресковые, за исключением беломорской трески, характерны сходные морфологические признаки половых органов: мужская и женская части разделены в одной гонаде; состояние половых клеток мужского и женского ряда соответствовало степени зрелости большинства особей, пойманных в тот же сезон; мужские половые клетки развивались нормально, в яичнике отмечалась прилегающая к семеннику область с резорбцией самых зрелых ооцитов. У трески Белого моря мужские и женские половые клетки не были разделены соединительной тканью, а перемешивались друг с другом (Рис. 1).

Гермафродитизм также имело место у представителей семейств Clupeidae, Cyprinidae, Esocidae, Merlucciidae, Percidae и Bothidae [Ciechomski, Christiansen, 1968; Devlin, Nagahama, 2002; Mitcheson, Liu, 2008; Белова, 2012; Belhoucine et al., 2012].



1 – женские, 2 – мужские половые клетки, 3 – оболочка яичника. Масштаб: 100 μ m.

Рис. 1. Микроскопическая картина бисексуальных гонад минтая *Theragra chalcogramma* (А) и беломорской трески *Gadus morhua marisalbi* (Б).

Появление особей гермафродитов в естественных популяциях, также как и другие изменения в гонадах могут являться реакцией на воздействие различных экологических факторов на популяции рыб и служить индикаторами состояния окружающей среды [Jobling et al., 1998; Blazer, 2002]. И если у атлантической трески и минтая наличие особей с бисексуальными гонадами представляет собой естественный уровень гермафродитизма в популяции, составляя доли процентов от исследованных особей, то у трески Белого моря это является сомнительным, из-за большого количества поимок таких рыб (6,9% в 2011 и 3,8% в 2012).

Наши исследования расширяют существующие представления о половом развитии этих важнейшего промысловых видов северного полушария. Поэтому полученные результаты требуют дальнейшего тщательного изучения подобных процессов при комплексных исследованиях изменений в экосистемах, как на популяционном, так и на уровне отдельного организма.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Белова Н.В. Радиационное воздействие на репродуктивную систему рыб. Последствия Чернобыльской катастрофы. Германия: Palmarium Academic Publishing, 2012.
2. Белова Н.В., Жукова К.А. Гистологическая оценка состояния половых желёз трески Белого моря *Gadus morhua marisalbi* летом 2011–2013 гг. // Вопросы ихтиологии. 2016. Т. 56. № 3. С. 1–1.
3. Персов Г.М. Дифференцировка пола у рыб. Ленинград: Ленинградского университета, 1975.
4. Bahamonde P.A., Munkittrick K.R., Martyniuk C.J. Intersex in teleost fish: are we distinguishing endocrine disruption from natural phenomena. // General and comparative endocrinology. 2013. Vol. 192. P. 25–35.
5. Belhoucine F. et al. Hermaphroditism case observed on the hake (*Merluccius merluccius* Linné, 1758) fished in Oran bay (south west Mediterranean sea) // Journal des sciences halieutique et aquatique. 2012. Vol. 5. P. 171–176.
6. Blazer V.S. Histopathological assessment of gonadal tissue in wild fishes // Fish Physiology and Biochemistry. 2002. Vol. 26. № 1. P. 85–101.
7. Ciechomski, J.D. de, Christiansen H.E. Un caso de hermafroditismo en la merluza *Merluccius merluccius hubbsi* (Pisces, Merlucciidae). [A case of hermaphroditism in hake *Merluccius merluccius hubbsi* (Pisces, Merlucciidae)] // Physis. 1968. Vol. 27. № 75. P. 423–428.
8. Devlin R.H., Nagahama Y. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences // Aquaculture. 2002. Vol. 208. P. 191–364.
9. Haugen T. et al. The production of hermaphrodites of Atlantic cod (*Gadus morhua*) by masculinization with orally administered 17- α -methyltestosterone, and subsequent production of all-female cod populations // Aquaculture. 2011. Vol. 311. № 1-4. P. 248–254.

10. Hefford A.E. Note on a Hermaphrodite Cod (*Gadus morrhua*) // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom (New Series). 1908. Vol. 8. № 3. P. 315–317.
11. Jobling S., Nolan M., Tyler C.R., Brighty G. Sumpter J.P. Widespread Sexual Disruption in wild fish // Environmental Science & Technology. 1998. Vol. 32. № 17. P. 2498–2506.
12. Mitcheson Y.S. de, Liu M. Functional hermaphroditism in teleosts // Fish and Fisheries. 2008. Vol. 9. № 1. P. 1–43.
13. Zhukova K., Privalikhin A.M. First record of intersexuality in walleye pollock *Theragra chalcogramma* (Pallas, 1814) // Marine Biodiversity Records. 2015. Vol. 8. № e89. P. 1–3.

HERMAPHRODITISM IN GADIDAE.

K.A.Zhukova

Hermaphroditism was reported in 3 species of family Gadidae. The intersex individuals of were observed in population at low but steady rates. Intersex gonads of *Theragra chalcogramma* and *Gadus morhua* had similar morphological features.

УДК: 639.2.05

РЫБНЫЙ ПРОМЫСЕЛ И ОХРАНА РЫБНЫХ РЕСУРСОВ

В.П. Загрийчук, О.А. Леденев, В.Р. Сайткулов^{*}
ФГБОУ ВПО «АГТУ», Астрахань, Россия,
^{*}ФГБОУ ВПО «КубГУ», Краснодар, Россия,

Водные биоресурсы являются традиционным элементом обеспечения продовольственной безопасности России, основой жизни и источником занятости значительной части населения прибрежных субъектов РФ. Однако отраслевое федеральное законодательство не в полной мере регулирует вопросы, возникающие при осуществлении рыболовства. Следствием этих проблем является незаконный, несообщаемый и нерегулируемый рыбный промысел (ННН-промысел – незаконный, нерегистрируемый и нерегулируемый рыбный промысел) [1,4].

В некоторых районах (у Сахалина, Южных Курил) процветает браконьерство, и реальный вылов значительно превышает рекомендованные его величины. Так, в этих районах отмечается перелов крабов и креветок. С другой стороны, некоторые массовые нерыбные объекты, в частности кальмары, в значительной мере недоиспользуются из-за относительно низкой рентабельности промысла.

На величину вылова морепродуктов влияет не только состояние запасов промыслового объекта, но и заинтересованность рыбаков в добыче определенных видов морепродуктов. Наиболее интенсивно используются запасы ценных экспортных видов биоресурсов: крабы, креветки, морские гребешки, морские ежи.

Доступность добычи и недостаточное регулирование многих вопросов на федеральном и международном уровнях зачастую приводит к практически безнаказанному их расхищению. Несмотря на то, что точные цифры ННН-промысла неизвестны, можно утверждать, что интенсивность ННН-промысла возросла в течение двух последних десятилетий, и его масштабы в настоящее время значительны [5]. По оценкам Счетной палаты РФ масштабы незаконного промысла в Дальневосточном бассейне, стоимость нелегального вывоза водных биоресурсов без учета недополученных налогов, сборов за пользование водными биоресурсами и таможенных пошлин ежегодно составляет не менее 15-30 млрд. руб. [6].

Водные биологические ресурсы Российской Федерации являются ее достоянием и их охрана, рациональное использование входят в сферу национальных интересов, являясь одной

из важнейших государственных. В деятельности по обеспечению федерального государственного контроля (надзора) в области рыболовства и сохранения водных биоресурсов широкое применение нашло использование информационных ресурсов отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (далее ОСМ) созданной постановлением Правительства РФ от 26 февраля 1999 г. № 226. Целью создания ОСМ является обеспечение экономической безопасности Российской Федерации, рационального использования, изучения запасов и сохранения водных биологических ресурсов и пр. [7].

В настоящее время ОСМ представляет собой многоуровневую, многопользовательскую корпоративную информационно-аналитическую систему, обеспечивающую непрерывный сбор, обработку, анализ, хранение и передачу данных о состоянии водных биоресурсов и производственной деятельности промыслового флота и судовладельческих предприятий, а также позволяет выявлять фактические и предполагаемые нарушения правил рыболовства [8].

ОСМ создана на основе использования космических средств (систем «Аргос», «Инмарсат», «Гонец», «Курс», «Глонасс», «Навстар», других космических систем) и информационных технологий позволяющих осуществлять наблюдение и контроль за деятельностью российских и иностранных промысловых судов, ведущих промысел (поиск и вылов (добычу) водных биологических ресурсов, приемку, обработку, транспортирование, хранение продукции, ее перегрузку, снабжение промысловых судов и установок топливом, водой, продовольствием, тарой и другими материалами) и морские ресурсные исследования во внутренних морских водах, в территориальном море, на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Каспийском и Азовском морях, а также российских судов, осуществляющих промысел водных биологических ресурсов и морские ресурсные исследования в открытой части Мирового океана и в экономических зонах иностранных государств [2].

Для изучения правоприменительной практики по уголовным и административным делам воспользовались материалами информационной правовой системы Гарант, данными официальной статистики нарушений правил рыболовства при добыче водных биологических ресурсов [9]. В результате были определены категории нарушений, совершаемые пользователями в процессе промысловой деятельности:

- достаточно частым нарушением является выход в море промысловых судов не оснащенных техническими средствами контроля обеспечивающие автоматическую передачу информации о месте положения судна [10];

- не прохождение промысловыми судами контрольных пунктов (точек). Контрольные пункты (точки) (далее – контрольные пункты) устанавливаются в исключительной экономической зоне Российской Федерации в целях проведения контрольно-проверочных мероприятий при осуществлении государственного контроля в сфере охраны морских биологических ресурсов в отношении российских и иностранных судов (далее - суда, если не оговорено иное), осуществляющих рыболовство и (или) морские ресурсные исследования, в исключительной экономической зоне и на континентальном шельфе Российской Федерации, при входе этих судов в исключительную экономическую зону Российской Федерации с целью осуществления рыболовства и при выходе из нее. [5];

- отсутствие документации, отражающей ежедневную рыбопромысловую деятельность: промысловый журнал, а при производстве рыбной и иной продукции из водных биоресурсов – технологический журнал, а также приемо-сдаточные документы, подтверждающие сдачу либо приемку уловов водных биоресурсов и/или произведенной из них рыбной и иной продукции.

- ошибки в координатах позиционирования места нахождения судна до 180 и более миль в сравнении с данными отраслевой системы мониторинга. Капитаны судов осуществляют сокрытие истинного местоположения судна при осуществлении незаконной добычи водных биологических ресурсов;

– занижение объемов передачи груза. (Добывающее или транспортирующее судно совершает переход на значительное расстояние для передачи незначительного груза. С экономической точки зрения такие переходы не могут быть эффективны);

– заход судна в район промысла на время достаточное для ведения лова, пребывание в нём и выход из него без ведения документов отражающих рыбопромысловую деятельность. С экономической точки зрения такие действия капитана не могут быть эффективны. Средняя стоимость нахождения рыбопромыслового судна в море составляет порядка 500 долларов США в сутки, это имеет смысл только для ведения незаконного промысла;

– добыча водных биологических ресурсов неспецифическими орудиями добычи или орудиями добычи не указанными в разрешении;

– занижение объемов добычи в документах ежедневной рыбопромысловой деятельности.

В приведенном анализе, показаны некоторые наиболее распространенные виды нарушений правил рыболовства. Реализация незаконно добытых биоресурсов приносит хороший доход поэтому, говоря о материально-технической базе, можно отметить тот факт, что на полученный доход нарушители промысла могут позволить приобрести при необходимости быстроходные суда, современные средства связи и радиолокации.

Современная техника позволяет нарушителям замечать приближающиеся суда лиц органов государственного контроля (надзора) раньше, чем они видят их на своих радарх. Используя данное преимущество, нарушители имеют возможность уйти из поля зрения лиц государственного контроля, а после их ухода вернуться и продолжить незаконный промысел. Также наиболее распространены случаи затопления, нарушителями, своего судна для сокрытия улики, при попытке органами государственного контроля (надзора), задержать его.

Несмотря на то, что в противодействии незаконной добычи водных биоресурсов принимают участие различные государственные органы, а в отношении правонарушителей возбуждаются административные и уголовные дела, они привлекаются к ответственности. Своевременно решаются вопросы по ограничению выдачи и приостановке разрешений на промысел (и в судебном порядке, и через контролирующие органы), тем не менее, до конца изжить сам факт ННН-промысла пока не удается.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов № 166-ФЗ от 20.12.2004, ред. от 29.06.2015 [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50799/ (дата обращения: 25.11.2015).

2. Постановление Правительства РФ от 26.02.1999 г. № 226 (ред. от 24.12.2008) «О создании отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов»

3. Постановление Правительства РФ от 24 декабря 2008 г. N 994 "Об утверждении Положения об осуществлении государственного мониторинга водных биологических ресурсов и применении его данных" (с изменениями и дополнениями)

4. Приказ Госкомрыболовства РФ от 22.11.1999 г. № 330 «О временном положении о спутниковом позиционном контроле иностранных промысловых судов»

5. Совместный приказ ФСБ РФ и ФАР № 56/91 от 15.02.2010 г. «Об утверждении Порядка прохождения российскими и иностранными судами контрольных пунктов (точек) и Системы контрольных пунктов (точек)»

6. Правовая система «Гарант» версия 7.10.2.030 СИМ обновление от 04.07.2015 г.

7. Международный план действий по предупреждению, сдерживанию и ликвидации незаконного, нерегистрируемого и нерегулируемого рыбного промысла// Издательство отдела коммуникаций ФАО ООН, Рим, 2008. 37 с.

8. Совет безопасности закинул сети//Газета «Коммерсантъ», №179 (4964), 25.09.2012 г.

9. Система спутникового мониторинга рыболовства. Современное состояние и перспективы развития/ Составители: Згуровский К.А., Приземлин В. В., Фомин С. Ю. — Москва-Мурманск: WWF России, 2008. 80 с.

10. Сухаренко А.Н., Туровец А.Е., Жерновой М.В., Хренков О.В. Незаконный оборот водных биоресурсов на Дальнем Востоке как угроза экономической безопасности России: монография. – Владивосток: ЗАО ИД «Экономическая газета», 2014. 66 с.

11. ФАО: Интенсивность ННН промысла возросла в течение последних 20 лет//Новости [Электронный ресурс]. URL: <http://prodmagazin.ru/tag/fao/> (дата обращения 03.03.13 г).

FISHERY AND PROTECTION OF FISH RESOURCES

V.P. Zagrichuk, O.A Ledenev, V.R. Saytkulov*
FSEI NPE Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia
*FGBOU VPO "KubSU", Krasnodar, Russia,

The article deals with the analysis of violations of the legislation of the Russian Federation in the sphere of protection of water biological resources for the period from 2012 to 2015.

УДК 597.54(262.81)(06)

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ *IN SITU* АКУСТИЧЕСКОЙ СИЛЫ ЦЕЛИ ТРЕХ ВИДОВ КАСПИЙСКОЙ КИЛЬКИ

Заре Парвиз

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
Россия, 236022, г. Калининград, Советский проспект, 1
parvizzare58@yahoo.com

Одним из наиболее важных параметров гидроакустической оценки численности рыб является сила цели (TS) рыб и ее зависимость от длины L (TS-L зависимость). Величина TS необходима для пересчета акустического индекса (показателя относительной плотности) в абсолютные значения плотности (шт/миля² или т/миля²). Традиционно соотношение между TS и длиной рыбы оценивается с помощью следующей модели (1)

$$TS = 20 \log L + b_{20} \quad (1)$$

где TS – сила цели (дБ); L – общая длина рыбы (см) и b_{20} – сводобный член, b с угловым коэффициентом предварительной настройки "20".

В работе представлена методика определения зависимостей $TS = f(L)$ по данным прямых измерений, т.е. *in situ* и результаты, полученные для трех видов каспийской кильки (*Clupeonella ngrauliformis*, *Clupeonella grimmi*, *Clupeonella cultriventris*). Это пелагические промысловые рыбы небольшого размера, играющие важную роль в экосистеме Каспийского моря. Поэтому управление их запасами является важным условием развития промысла и сохранения экосистемы Каспийского бассейна. Выполненные исследования TS основаны на данных, полученных году во время тралово-акустических съемок (ТАС) в 1997 г. Методика определения $TS=f(L)$ *in situ* включает:

1. Сбор данных TS рыбы с помощью научного эхолота. В представленной работе мы использовали эхолот SIMRAD EK 500 рабочей частотой 38 кГц.

2. Определение размерного и видового состава рыб в акустических выборках, осуществляемое одновременно с измерением TS. В представленном исследовании отлов рыбы проводился разноглубинным тралом с шагом ячеи 8 мм в кутке.

3. Анализ показателей траловых и акустических выборок. Отбор гистограмм распределения TS и длины рыб, для тралений, в которых прилов нецелевых видов был меньше 15% улова. При этом гистограммы, показывающие бимодальное распределение, мы не учитываем.

4. Исследование зависимости силы цели TS от длины с использованием разных методов статистической обработки данных измерений. Выделяется два метода статистического анализа на этом этапе: а) Метод «согласования мод» - в этом методе для получения TS-L зависимостей учитываются моды гистограмм распределения TS и длины рыб. б) Метод среднего согласования - в этом методе для получения TS-L зависимостей учитываются средние значения гистограмм распределения TS и длины рыб. Среднее значение TS может быть представлено либо в линейном, либо в логарифмическом масштабе.

Эти методы активно использовали разные исследователи, но опираясь в основном только на один из них. Именно поэтому в нашей работе мы ориентируемся на три метода.

Рассмотренные модели находят практическое применение в практике оценки зависимости силы цели от длины рыбы. Автор анализирует результаты оценок силы цели с использованием различных моделей и делает вывод, что для определения зависимости силы цели от длины каспийской кильки по данным измерений *in situ* наиболее приемлема линейная модель.

METHODS AND RESULTS OF IN SITU TARGET-STRENGTH MEASUREMENTS OF THREE SPECIES KILKA IN CASPIAN SEA

Zare Parviz

Target strength (TS) plays important role in fisheries acoustic surveys to convert acoustic data to numbers of fish. This paper presents methods for estimating TS-length dependence, with results presented for three species kilka from Caspian Sea. The mean in the linear domain is suggested for calculation on the TS values of kilka. These results will help improve the acoustic estimates of kilka abundance.

УДК 574.584

ВИДОВОЙ СОСТАВ ИХТИОПЛАНКТОНА СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ

Г.В. Козлова, преподаватель.

В.В. Коханова, магистрант.

Керченский Государственный Морской Технологический Университет ФГБОУ ВО «КГМТУ»

г. Керчь, Россия, kozlovagv66@gmail.com

Важнейшей задачей ихтиологии является необходимость прогнозирования состояния популяций рыб. Основу этого прогноза составляют сведения о состоянии ихтиопланктона на всех этапах его развития. Размножение и ранние стадии развития большинства видов черноморских рыб ограничены акваторией шельфа и именно здесь отмечаются наиболее разнообразный видовой состав и максимальная численность ихтиопланктона.

Таким образом, организация эффективного биологического мониторинга ихтиопланктона в шельфовых водах Черного моря позволяет оценить масштабы воспроизводства природных популяций рыб и экологическое состояние среды в целом. Целью работы явился мониторинг численности ихтиопланктона побережья Крыма и Севастополя как показателя тенденции изменений ихтиофауны Черного моря в последние десятилетия.

Материалы и методы. В работе использованы литературные данные с 2010 по 2014 г. и собственные данные, полученные в 2014-2015 г. Материалом для работы послужили фиксированные пробы ихтиопланктона, собранные в Севастопольской бухте в весенне-летний период 2014-2015 годов.

Ихтиопланктон собирали с борта мотобота ихтиопланктонной сетью Богорова-Расса и сетью Джели. Периодичность сбора варьировала от 2 до 4 раз в месяц. Пробы фиксировали 4 % раствором формалина. Камеральную обработку проб проводили в лаборатории Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН Институт морских биологических исследований имени А. О. Ковалевского РАН МБС-10.

Идентификацию икры и личинок рыб проводили по Дехник, (1973), видовые названия рыб даны по Решетникову и др., (1986). В каждой пробе определяли видовой состав, численность организмов, этапы их развития, долю мертвой икры и икры с аномальными признаками в развитии. Идентифицированную икру и личинок рыб хорошей сохранности фотографировали с помощью цифровой фотокамеры. Расчет удельной средней численности икры и личинок на акватории производили, исходя из площади входного отверстия ихтиопланктонной сети.

Результаты исследований показали, что было зарегистрировано 42 вида рыб. Из них 19 - мигрантов, 23 - оседлых. В обработанных пробах обнаружена икра 14 видов рыб и личинки 19 видов рыб. Наибольшая удельная плотность (экз/м²) отмечена у икры морского карася, анчоуса, султанки, бурой морской собачки .

Результаты, полученные при обработке ихтиопланктонных проб, показывают, что для Севастопольской бухты характерна высокая численность и видовое разнообразие как ихтиопланктона.

В летний период 2000-2008 гг. средняя численность икры в прибрежной акватории Севастополя за весь летний сезон колебалась от 11 до 49 экз./ м², а личинок – от 1,8 до 6,7 экз./ м², в среднем составляя 25,6 и 6,7 экз./м² соответственно.

Следовательно, можно отметить, что за май 2014 - 2015 гг. в Севастопольской бухте в последней декаде уже происходил довольно интенсивный нерест летненерестующих видов рыб.

Численность икры в Севастопольской бухте за период 2014 – 2015гг была сопоставима с максимальной численностью икры за весь летний сезон в период с 2000 по 2008 гг., а численность личинок была в 2,4 выше, чем максимальные показатели численности личинок в тот же период.

Организация эффективного биологического мониторинга ихтиопланктона в шельфовых водах Черного моря позволяет оценить масштабы воспроизводства природных популяций рыб и экологическое состояние среды в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Болтачев А.Р., Карпова Е.П. Ихтиофауна прибрежной зоны Севастополя (Черное море)// Морс. екол. журн. – 2012. – Т.ХІ.- № 2. С. 10–26.
2. Вдодович И.В., Гордина А.Д., Павловская Т.В. и др. Особенности питания личинок рыб сем. *Blenniidae* и *Gobiidae* в связи с изменениями в прибрежном планктонном сообществе Черного моря // Вопросы ихтиологии. – 2007. – 47, №4. С. 542-554.
3. Климова Т.Н. Ихтиопланктон Черного моря как индикатор экологического состояния шельфовых вод Украины // Автореф. дис... канд. биол. наук. – М.: «11-й ФОРМАТ», 2005. 25 с.
4. Осадчая Т.С. Особенности нефтяного загрязнения портовых акваторий Севастополя (Черное море) / Т.С. Осадчая, С.В. Алемов, Т.А. Тихонова // Состояние экосистемы шельфовой зоны Черного и Азовского морей в условиях антропогенного воздействия : Сб. статей, посвящен. 90-летию Новороссийск. мор. биостанции им. проф. В.М. Арнольди. – Краснодар, 2011. С. 109–118.

SPECIES COMPOSITION OF IHTIOPLANKTON IN THE SEVASTOPOL BAY.

G.V.Kozlova, lecturer.
V.V.Kohanova, undergraduate.

The work deals with the species composition of ihtio plankton in the Sevastopol bay. The purpose of the article is to monitor the number ichthyoplankton near the coasts of Sevastopol and estimate the scale of the natural reproduction of fish populations in this area.

УДК: 577 152.34

АКТИВНОСТЬ ЛИЗОСОМАЛЬНЫХ ПРОТЕИНАЗ МОЛОДИ КУМЖИ (*SALMO TRUTTA* L.) ИЗ ПРИПОЛЯРНОЙ РЕКИ ОЛЬХОВКА

М.Ю. Крупнова, Н.Н. Немова
Институт биологии Карельского научного центра РАН
г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11, e-mail: mukrupnova@rambler.ru

Кумжа (*Salmo trutta* L., сем. Salmonidae) - пластичный вид со сложной популяционно-генетической структурой, представленный проходной, озерной и ручьевой формами, обитает в водоемах северного полушария и является одним из ценнейших промысловых видов лососевых рыб [5]. Процессы роста и развития обеспечиваются деятельностью целого комплекса механизмов, среди которых особую роль играют биохимические механизмы обмена белковых и нуклеиновых компонентов клетки [11]. Лизосомы, содержащие комплекс гидролитических ферментов, способных расщеплять все органические компоненты клетки, выполняют важную реконструктивную и защитную функцию, обеспечивая метаболические превращения в организме, в том числе в периоды раннего развития и интенсивного роста [1, 3]. В настоящей работе приводятся данные о динамике активности лизосомальных протеиназ (катепсинов В и D) у кумжи разных возрастных групп (0+, 1+, 2+, 3+ и 4+), отловленной в одном биотопе - приполярной реке Ольховка (бассейн Белого моря).

Отлов молоди кумжи разных возрастов проводили на пороговых и перекатных участках реки Ольховка в середине июня (температура воды 11.5°C). Состав и объем кормовой базы для молоди кумжи содержит различные виды воздушных и наземных насекомых, а также водных организмов – личинок ручейников, нимф поденок и веснянок [4]. Основной прирост молоди происходит летом, при температуре воды 10-17°C. После вылова молодь выдерживали около суток в садках, затем помещали в жидкий азот и транспортировали в лабораторию для дальнейших биохимических исследований.

Цистеиновая протеиназа, катепсин В и аспартатная, катепсин D – основные протеиназы лизосом [7]. После гомогенизации образцов в соотношении 1 : 10 (вес/об.) в растворе 0,25 М сахарозы с добавлением 0,01% Тритона X-100 (1200 об/мин., 60 с) и их центрифугирования (10 000 g, 30 мин.), в супернатанте определяли активность катепсина В по расщеплению 0,065 М раствора этилового эфира гидрохлорида N-бензоил L-аргинина в 0,1 М ацетатном буфере (pH 5.0) [12] и катепсина D по гидролизу 1%-го бычьего гемоглобина в 0,1 М ацетатном буфере (pH 3,6) согласно модифицированному методу Ансона [6]. Активность катепсинов В и D (ед. акт.) выражали в единицах изменения оптического поглощения при E₅₂₅ и E₂₈₀, соответственно, на 1 мг белка за 1 ч инкубации (37°C). Количественное содержание растворимого белка в тканях (мг/г ткани) определяли по методу М. Бредфорд [8], используя в качестве стандарта бычий сывороточный альбумин.

Экспериментальные работы выполнены с использованием оборудования ЦКП Института биологии КарНЦ РАН.

Показано, что в течение первого года жизни (от 0+ до 1+), масса тела молоди кумжи возрастает более чем в 10 раз. Затем масса исследуемой молоди увеличивается меньшими темпами: в возрасте 2+, 3+ и 4+ она выше по сравнению с сеголетками в 5, 3 и 2 раза, соответственно. Длина молоди кумжи от стадии 0+ до 4+ увеличивается линейно примерно в 8 раз - от 2,6 до 16,5 см.

Максимальная активность исследуемых ферментов обнаружена у молоди кумжи возраста 0+. В данной группе активность ферментов определяли в целом организме личинки, поскольку ее вес составлял всего 0,11 г, что не давало возможности препарировать ее органы. На последующих стадиях роста и развития молоди, активность ферментов определяли в печени и скелетных мышцах, которые, как известно, составляют до 70 % веса тела личинки кумжи. Активность катепсинов В и D в печени и в мышцах молоди кумжи по мере роста и развития от стадии 1+ до стадии 4+ изменялась незначительно с тенденцией к снижению и составляла от таковой на стадии 0+ (сразу после выхода из нерестовых гнезд) примерно 25% для катепсина В и 2% и 11% в печени и мышцах, соответственно, для катепсина D. В печени молоди всех возрастных групп была выявлена сравнительно более высокая активность изученных гидролаз, чем в мышцах. Эти изменения активности лизосомальных ферментов сопровождались увеличением содержания растворимого белка по мере роста и развития рыб.

Показанное увеличение массы тела кумжи по мере развития от сеголеток до пестряток и смолтов (2+ - 5+) отражает интенсивность роста молоди, напрямую связанную с накоплением костной и мышечной тканей, причем последняя играет особенно важную роль в ростовых процессах у рыб [9]. В данном исследовании показано, что наиболее значительный прирост массы тела наблюдается на первом году жизни молоди.

Процесс роста – преобразования пищевых веществ и энергии – имеет у рыб свои особенности, связанные с его недетерминированностью, в основе которой лежит преобладание синтетических процессов над катаболическими на протяжении всего жизненного цикла [2, 10]. Интенсивность белковой деградации служит регуляторным фактором недетерминированного роста рыб, свойственного большинству представителей кл. Костистых рыб (Teleostei), включая лососевых. Уровень активности основных лизосомальных протеиназ рыб – катепсинов В и D – у сеголеток (0+) кумжи имеет сравнительно высокие значения, свидетельствующие о высокой интенсивности лизосомального протеолиза, связанной, скорее всего, с задачами обеспечения «строительными блоками» (аминокислотами и пептидами) биосинтетических процессов накопления белка, необходимого для последующих структурных преобразований растущей молоди в период, когда завершается эндогенное питание и начинается переход на смешанное питание (при повышении температуры воды выше 11°C, июнь, 500 градусодней). Далее, по мере роста и развития молоди кумжи активность катепсинов в исследуемых органах изменяется незначительно (вариабельность 15-20%), оставаясь на более низком уровне по сравнению с таковой у личинок после выклева и выхода из нерестовых гнезд (возраста 0+). В печени молоди кумжи всех изученных возрастов активность лизосомальных протеиназ, особенно катепсина D (в 5 раз) выше, чем в мышцах, что связано, вероятнее всего, с более высокой метаболической и функциональной (прежде всего синтетической) активностью печени.

Таким образом, выявленная динамика активности лизосомальных гидролаз у молоди кумжи в речной период жизни свидетельствует о наличии корреляции между активностью исследуемых ферментов и возрастом рыб, что указывает на участие лизосомальных ферментов в перестройках белкового обмена, сопровождающих процессы роста и раннего развития лососевых рыб, особенно на этапе выхода личинок из нерестовых гнезд.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект №14-24-00102 «Лососевые рыбы Северо-Запада России: эколого-биохимические механизмы раннего развития».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Высоцкая Р.У., Немова Н.Н. Лизосомы и лизосомальные ферменты рыб. М.: Наука, 2008. 284 с.
2. Лысенко Л. А., Канцерова Н. П., Крупнова М. Ю., Веселов А. Е., Немова Н. Н. Внутриклеточная белковая деградация в процессе роста Атлантического лосося *Salmo salar* L. // Биоорганическая химия. 2015, Т. 41. № 6. С. 717–724
3. Покровский А.А., Тутельян В.А. Изменение ферментов лизосом при белковой недостаточности // Биохимия. 1968. Т. 33. № 4. С. 809-816.
4. Шустов Ю.А., Барышев И.А., Белякова Е.Н. Особенности питания молоди атлантического лосося *Salmo salar* L. в субарктической реке Варзуга и её малых притоках (Кольский полуостров) // Ж. Биология внутренних вод. 2012. №3. С. 66-70.
5. Шустов Ю. А., Веселов А. Е. Питание и рост молоди озерной кумжи (*Salmo trutta* L. morphalacustris) в водоемах национального парка «Паанаярви» // Труды Карельского научного центра РАН. Сер. Экспериментальная биология. 2007. №11. С. 142-146.
6. Barrett A. J., Heath M. Lysosomal enzymes // In: Dingle J. T. (ed.). Lysosomes. A laboratory handbook, Amsterdam. 1977. P. 19–27.
7. Bohley P. Intracellular proteolysis // Hydrolytic enzymes. Biomedical division. 1987. P. 307-332.
8. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding// Analit. Biochem. 1976. V.72. P. 248-254.
9. Bureau D., Hua K., Cho C.Y. Effect of feeding level on growth and nutrient deposition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) growing from 150 to 600 g. // Aquac. Res.
10. Hagen O., Vieira V.L.A., Solberg S., Johnston I.A. Myotube production in fast myotomal muscle is switched-off at shorter body lengths in male than female Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) resulting in a lower final fiber number // J. Fish Biol. 2008. Vol. 73. P. 139–152.
11. Hochachka P. W., Somero G. N. Biochemical adaptation / mechanisms and process in physiological evolution, 2nd edition. // Oxford University Press, New York. 2002. 466 p.
12. Matsuda K., Misaka E. Studies on cathepsins of rat liver lysosomes. I. Purification and multiple forms// J. Biochem. 1974. Vol. 76. No. 3. P. 639–649.

THE ACTIVITY OF LYSOSOMAL HYDROLASES IN JUVENILE TROUT (*SALMO TRUTTA* L) FROM SUBPOLAR RIVER OL'HOVKA

M.Yu.Krupnova, N.N.Nemova

Institute of Biology, Karelian Research Center Russian Academy of Sciences 11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia, e-mail: mukrupnova@rambler.ru

The dynamics of the activity of lysosomal enzymes (cathepsins B and D) in young salmon trout *Salmo trutta* L. (0+, 1+, 2+, 3+ and 4+) collected during the summer (June, 2015) from Ol'khovka River, located on the Tersky Coast of the Kola Peninsula (the White Sea basin) was studied. It is shown that the dynamics of the activity of lysosomal hydrolases in juvenile trout during the river period of life points to a correlation between the specific activity (per mg protein) and the growth and development stage of juveniles. The relatively high values of the enzymes studied found in the young's-of-the-year (0+). The activity of lysosomal hydrolases was studied in the liver and muscles of trout juveniles (1+, 2+, 3+ and 4+) and the highest enzyme activity.

АКТИВНОСТЬ ЛИЗОСОМАЛЬНЫХ ПРОТЕИНАЗ (КАТЕПСИНОВ В И D) В ОРГАНАХ СЕЛЬДИ *CLUPEA PALLASI MARISALBI BERG* (CLUPEIDAE) БЕЛОГО МОРЯ

М.Ю. Крупнова, Н.Н. Немова, С.А. Мурзина

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии Карельского научного центра РАН

Сельдь Белого моря имеет несколько локальных группировок, различающихся по меристическим признакам, а также по некоторым особенностям, связанным с ее биологией, (короткий жизненный цикл, низкий темп роста, определенная избирательная привязанность на разных этапах развития к тем или иным районам моря) [6, 8]. Известно, что гидробиологическая и гидрологическая специфика среды обитания сказывается на биохимическом статусе гидробионтов, обитающих в них, отражает развитие приспособительных реакций на уровне клеточного метаболизма [2, 9, 13]. Известно, что биохимические адаптации обеспечиваются деятельностью целого комплекса механизмов, лежащих в основе развития компенсаторных реакций клетки [16]. К числу таких механизмов можно отнести реконструктивную функцию лизосом, включающих комплекс гидролитических ферментов, способных в кислых условиях pH расщеплять все биохимические компоненты живых организмов [11, 4, 3]. За деградацию белков в лизосомах отвечают кислые протеиназы, среди которых наиболее важную роль отводят катепсинам В и D [4, 14].

Настоящая работа посвящена сравнительному исследованию активности основных протеолитических ферментов лизосом (катепсинов В и D) в тканях сельди из заливов Белого моря, которые отличаются трофоэкологическими условиями.

Исследования проводились на беломорской малопозвонковой сельди *Clupea pallasii marisalbi* Berg (*Clupeidae*), выловленной в осенний период в разных заливах (Онежский, Кандалакшский и Двинской) Белого моря, обладающего двухслойной структурой: сверху – бореальная зона, а снизу – арктическая. Заливы отличаются различными глубинами и, соответственно, температурой во всей толще воды, соленостью, цветом и прозрачностью, уровнем приливо-отливных течений, различными грунтами, степенью влияния абиотических факторов и т.д. Определение активности кислых протеаз проводили модифицированными спектрофотометрическими методами [1]. Активность протеиназ выражали в условных единицах изменения оптической плотности на мг белка. Содержание белка в пробах определяли по методу Брэдфорд [15]. Достоверность различий между показателями активности ферментов в органах сельди из различных мест обитания оценивали с помощью однофакторного дисперсного анализа One Way Analysis of Variance (Anova). Различия считали достоверными при $p \leq 0,05$ [7]. Работа проведена на базе лаборатории экологической биохимии с использованием оборудования ЦКП ИБ КарНЦ РАН.

Показано, что на фоне незначительных различий в содержании белка у сельди из разных по экологическим условиям заливов, активность цистеинзависимой протеиназы лизосом (катепсина В) обнаруживает четкие различия во всех изученных органах. Для активности аспартатной (карбоксилзависимой) протеиназы лизосом - катепсина D существенные различия (почти 7- кратные) между особями из разных заливов обнаружены только для жабр. Сравнительно высокое содержание белка показано для печени и гонад, что вполне объяснимо функциональной метаболической активностью печени и накоплением белка в гонадах рыб в процессе созревания.

Для Двинского залива Белого моря по сравнению с Кандалакшским и Онежским заливами характерны повышенная температура воды, пониженная соленость, меньшая прозрачность, отмечается заиливание вод, зафиксированы более низкие скорости приливо-отливных течений [12]. Также следует отметить, что в Двинском заливе по данным

мониторинговых наблюдений были установлены случаи превышения ПДК нефтепродуктов, повышенные концентрации ртути и метана, загрязненность отходами целлюлозно-бумажного производства [5, 10]. В период сбора материала температура воды в Двинском заливе была на 2°- 3° градуса выше, а соленость - на 6‰ - 8‰ ниже по сравнению с температурой и соленостью в Кандалакшском и Онежском заливах Белого моря. Повышенный (в 2,0 - 3,5 раза) уровень активности цистеинзависимой протеиназы - катепсина В во всех изученных органах беломорской сельди отловленной в Двинском заливе, по сравнению с сельдью из других двух заливов свидетельствует о повышенной интенсивности процессов цистеинзависимого протеолиза в лизосомах, отражающего реконструктивную функцию лизосом, связанную, скорее всего, с развитием адаптивной (защитной) реакции организма в ответ опреснение. На фоне отсутствия видимых различий в активности другой эндопротеиназы лизосом - катепсина D в печени, гонадах и мышцах у сельди из Онежского, Кандалакшского и Двинского заливов, обнаружен выраженный эффект для катепсина D в жабрах сельди из Двинского залива. Можно предположить, что ведущим фактором таких изменений активности катепсина D в жабрах может быть загрязнение среды обитания сельди. Обнаруженная в представленной работе сравнительно высокая активность катепсина D (протеиназы лизосом, основной функцией которой является полная деградация белковой молекулы) в жабрах сельди из Двинского залива свидетельствует, скорее всего, о развитии начальной негативной реакции исследуемых рыб в ответ на загрязнение. Не исключено, что в последующем, при увеличении антропогенной нагрузки такой эффект может быть обнаружен и во внутренних органах рыб и, прежде всего, в печени.

Можно полагать, что совокупность факторов среды обитания влияет на внутриклеточные протеолитические процессы в лизосомах исследуемых рыб, однако, на наш взгляд, можно вычленить основные - соленость (опреснение) и, вероятнее всего, степень загрязненности заливов. Эти предположения требуют дальнейших исследований, однако, уже сейчас можно определенно говорить, что экологические условия, складывающиеся в исследуемых заливах Белого моря оказывают влияние на лизосомальный протеолиз сельди, обитающей в этих биотопах.

Работа выполнялась при финансовой поддержке грантов: РФФИ 14-04-00473;

Программы фундаментальных исследований Президиума РАН на 2014-2016 гг. «Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации». Проект: «Эколого-биохимическая характеристика устойчивости гидробионтов Арктической зоны России в условиях изменения климата» (№ г.р. 114061940010, 2014-2016 гг.), бюджетной темы № 51.3 «Биохимические и молекулярно-генетические механизмы развития приспособительных реакций у гидробионтов: экологические аспекты» (№ г.р. 01201358735, 2014-2016 гг.).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алексеенко Л.П. Методы определения активности протеолитических ферментов // Современные методы в биохимии. – М.: Медицина, 1968. С. 115-130.
2. Бергер В.Я. Продукционный потенциал Белого моря // Исследования фауны морей. СПб: ЗИН РАН, 2007. Т.60 (68). 292 с.
3. Высоцкая Р.У., Немова Н.Н. Лизосомы и лизосомальные ферменты рыб. М.: Наука, 2008. 284 с.
4. Дин Р. Процессы распада в клетке. М.: Мир 1980. 120с.
5. Долотов Ю.С., Филатов Н.Н., Петров М.П., Платонов А.В., Толстиков А.В.,
6. Шевченко В.П., Политова Н.В., Филиппов А.С., Кутчева И.П. О характере природных процессов в фазы прилива и отлива в эстуариях Карельского побережья Белого моря // Океанология. 2004. Т. 44. № 5. С. 1–9.
7. Зеленков В.М., Похилюк В.В., Стасенков В.А. Сельдь // Белое море. Биологические ресурсы и проблемы их рационального использования. СПб. 1995. Ч. 2. С. 14-28.

8. Коросов А.В., Горбач В.В. Компьютерная обработка биологических данных. Петрозаводск, 2007. 76 с.
9. Мишин А.В., Евсеенко С.А., Евдокимов Ю.В. О видовом составе и распределении летнего ихтиопланктона губы Чупа (Кандалакшский залив Белого моря) // Вопросы ихтиологии. 2008. Т. 48. № 6. С. 844-850.
10. Немова Н.Н., Высоцкая Р.У. Биохимическая индикация состояния рыб // М.: Наука, 2004. 215 с.
11. Овсепян А.Э. Распределение, миграция и трансформация ртути в устьевой области р. Северная Двина // автореферат дисс.... канд. геогр. наук. Ростов-на-Дону. 2007. С.178.
12. Покровский А.А., Тутельян В.А. Изменение ферментов лизосом при белковой недостаточности // Биохимия. 1968. Т. 33. № 4. С. 809-816.
13. Похилюк В. В. Экология и промысел беломорской сельди./ автореферат дис. ... канд. биол. наук. Москва, 1992. 22 с.
14. Сидоров В.С. Экологическая биохимия рыб. СПб: Наука, 1983. 240 с.
15. Bohley P. Intracellular proteolysis // Hydrolytic enzymes. Biomedical division. 1987. P. 307-332.
16. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // Analit. Biochem. 1976. Vol.72. P. 248-254.
17. Hochachka P. W., Somero G. N. Biochemical adaptation / mechanisms and process in physiological evolution, 2nd edition. // Oxford University Press, New York. 2002. 466 p.

THE ACTIVITY OF LYSOSOMAL PROTEINASE (CATHEPSIN B AND D) IN ORGANS
HERRING *CLUPEA PALLASI MARISALBI BERG* (*CLUPEIDAE*) WHITE SEA

M.YU.Krupnova, N.N.Nemova, S.A.Murzina

A comparative study of the dynamics of the activity of the main proteolytic enzymes of lysosomes (cathepsins B and D) in the liver, gonads, muscle and gills of the White Sea herring *Clupea pallasii maris albi* Berg (Clupeidae family) caught in different bays (Onega, Kandalaksha and Dvina) of the White Sea in autumn was performed. In all studied tissues of herring from the Dvina Bay, it was found the increased level of the activity of the lysosomal cysteine protease - cathepsin B. The activity of aspartate protease lysosomes - cathepsin the D, the main function of which is the complete degradation of protein molecules, changed only in the gills of herring. These results obtained in the study showed the participation of the lysosomal proteolysis system in the formation of adaptive reactions of fish to specific environmental conditions in this Bay.

УДК 597-1.044.6:546

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В БАРЕНЦЕВОМОРСКИХ РЫБАХ
РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП

А. М. Лаптева
ФГБНУ «ПИНРО»

Цель настоящей работы – выявить общие тенденции содержания и распределения металлов и металлоидов (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Co, Fe, Pb, Cd, As, Hg) в рыбах: треске атлантической (*Gadus morhua*), пикше (*Melanogrammus aeglefinus*), сайке (*Boreogadus saida*), мойве (*Mallotus villosus*), окуне-клюваче (*Sebastes mentella*), синей зубатке (*Anarhichas denticulatus*), полосатой зубатке (*Anarhichas lupus*), черном палтусе (*Reinhardtius hippoglossoides*), камбале-ерш (*Hippoglossoides platessoides limandoides*), морской камбале (*Pleuronectes platessa*) и черном брюхом липарисе (*Liparis koefoedi*).

Материалом исследований послужили пробы мышц и печени рыб, собранных в августе - сентябре 2015 г. в рейсе № 101 НИС «Вильнюс» в различных промысловых районах Баренцева моря. Подготовка и анализ проб была выполнена в соответствии с ГОСТ 26929-94 [2]. Микроэлементы определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре с ртутно-гидридной приставкой фирмы «Shimadzu», модель АА-6800 (Япония).

Критериями загрязненности мышц морских рыб являлись санитарно-эпидемиологические правила и нормативы РФ (СанПиН 2.3.2.1078-01) [1]. В России в мышцах рыб нормируются только Pb, As, Cd и Hg. Допустимые уровни содержания этих веществ составляют – 1,00; 5,0; 0,2 и 0,5 мкг/г сырой массы, соответственно. Содержание Pb, Cd и Hg в мышцах рыб соответствовало нормативу. Среднее содержание As в мышцах синей зубатки, окуня-клювача и камбале-ерш превышало установленный норматив (таблица 1). Накопление As наблюдалось практически у всех видов исследованных рыб и варьировало в синей зубатке от 3,4 до 6,1; окуне-клюваче от 1,5 до 11,6; камбале-ерше от 0,6 до 23,3; треске от 1,4 до 5,5; пикше 1,2 до 7,3; сайке от 2,4 до 5,8; мойве 1,6-5,4; полосатой зубатке от 2,4 до 4,3; палтусе от 1,5 до 12, 6; морской камбале 1,0 до 4,2; липарисе от 1,7 до 3,3 мкг/г сырой массы.

Выявлены закономерности распределения металлов в мышцах в соответствии с экологической группой рыб – планктофаги (сайка, мойва, липарис), ихтиобентофаги (синяя зубатка, полосатая зубатка, камбала-ерш, морская камбала) и хищники (треска, пикша, окунь-клювач) (рисунок 1). Содержание Zn, Cu и Cr в среднем находилось в одних пределах для всех групп рыб. В мышцах планктофагов (сайка, мойва) наблюдалось максимальное содержание Fe, Mn, Ni и Co и минимальное – Cd, Pb, Hg и As. Основным объектом питания сайки и мойвы является планктон. Организмы планктона представляют большую ценность, как источник важнейших биогенных элементов. Считается, что для любого химического элемента найдется хотя бы один вид планктона, способный эффективно его концентрировать [7]. Мойва и сайка – стайные рыбы, которые ведут активный образ жизни. У пелагических рыб уровень метаболизма заметно выше, при быстром плавании обмен энергии возрастает в 2-7 раз по сравнению со стандартным обменом. Активно плавающие рыбы имеют развитую мощную скелетную мускулатуру и сорбционная способность их мышечной ткани значительно выше, нежели у менее подвижных придонных рыб [6]. Все это увеличивает возможность и потребность поступления жизненно-важных металлов в организм пелагических рыб не только с пищей, а также с водой и взвесью.

Таблица 1 – Среднее содержание металлов в мышцах рыб, мкг/г сырой массы

Металл	Cu	Zn	Ni	Cr	Mn	Co	Pb	Fe	Cd	As	Hg
Зубатка	0,75±0,11	4,97±0,37	0,22±0,06	0,15±0,04	0,21±0,04	0,09±0,03	0,1±0,01	3,8±0,2	0,002±0,001	5,73±0,23	0,041±0,01
Треска	0,61±0,11	4,52±0,13	0,24±0,03	0,19±0,03	0,34±0,09	0,13±0,03	0,16±0,01	13,4±4,9	0,029±0,02	2,55±0,33	0,019±0,003
Палтус	0,50±0,05	3,38±0,37	0,18±0,02	0,10±0,003	0,17±0,05	0,07±0,01	0,18±0,02	10,5±5,7	0,045±0,01	2,34±0,43	0,015±0,009
Окунь	0,68±0,18	4,92±0,28	0,30±0,03	0,20±0,07	0,29±0,04	0,18±0,08	0,10±0,01	9,5±2,4	0,015±0,00	6,67±3,63	0,026±0,010
Мойва	0,52±0,10	5,07±1,47	0,54±0,13	0,24±0,14	0,68±0,37	0,04±0,02	0,09±0,03	18,6±5,4	0,075±0,05	2,71±0,97	0,019±0,013
Камбала	0,55±0,30	4,64±1,09	0,32±0,08	0,11±0,02	0,30±0,25	0,09±0,03	0,14±0,03	7,3±4,0	0,075±0,13	5,07±1,30	0,023±0,01
Сайка	0,59±0,21	6,84±1,19	0,39±0,11	0,26±0,12	0,62±0,17	0,03±0,01	0,08±0,04	14,7±7,2	0,047±0,02	3,46±0,67	0,038±0,042
Пикша	0,55±0,21	3,66±0,13	0,18±0,03	0,31±0,04	0,28±0,04	0,14±0,03	0,32±0,04	7,21±1,3	0,043±0,01	4,11±0,58	0,037±0,008
Зубатка	0,56±0,13	5,90±0,61	0,20±0,01	0,24±0,04	0,41±0,03	0,11±0,01	0,32±0,06	7,2±1,4	0,134±0,05	3,84±0,16	0,090±0,061
Камбала	0,66±0,18	5,25±0,84	0,23±0,09	0,08±0,02	0,15±0,04	0,07±0,01	0,16±0,02	6,6±1,2	0,092±0,03	2,61±1,13	0,008±0,005
Липарис	0,41±0,12	4,25±0,81	0,34±0,07	0,36±0,11	1,15±0,26	0,04±0,02	0,06±0,03	11,0±1,7	0,091±0,04	2,44±0,41	0,074±0,05

В мышцах чернобрюхого липариса определено максимальное содержание Mn Cr, Cd и Hg, что также сопряжено с образом жизни и питанием рыбы. Основу питания липариса составляют гиперииды и крылоногие моллюски, в желудках встречаются также амфиподы и части полихет. Липарис хоть и является планктофагом, но имеет низкую эффективность обмена и ведет в основном придонный образ жизни, предпочитая илистые грунты и не совершая длительных миграций [5].

В тканях ихтиобентофагов определено максимальное содержание Cd (кроме синей зубатки), Pb, As и Hg. Рацион питания ихтиобентофагов составляет донная фауна - ракообразные, моллюски, полихеты, губки. Эти организмы, а также остатки их твердого скелета, являются избыточными источниками микроэлементов [3, 4]. В мышцах хищных рыб преобладали Co, Pb и Fe, а Hg и Cd содержались в минимальных количествах.

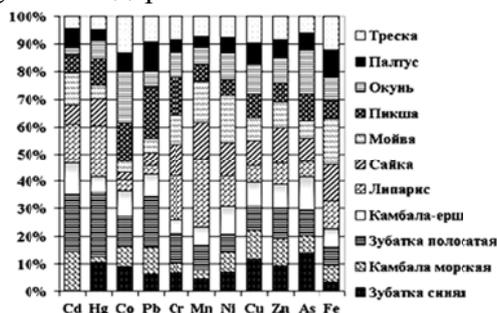


Рисунок 1 - Относительное содержание микроэлементов в рыбах Баренцева моря

Содержание металлов и переходных элементов в печени рыб превышало в несколько раз их содержание в мышцах (таблица 2). Порядок распределения микроэлементов в печени рыб отличался по нескольким элементам от мышц и находился в следующей последовательности: Fe>Zn>Cu>As> Cr> Mn> Cd>Ni>Pb > Co >Hg. В печени морских рыб контролируются Pb, Cd и Hg, их предельное содержание не должно превышать: 1,0; 0,7 и 0,5 мкг/г сырой массы [2].

Таблица 2 – Среднее содержание металлов в печени рыб, мкг/г сырой массы

Металл	Cu	Zn	Ni	Cr	Mn	Co	Pb	Fe	Cd	As	Hg
Зубатка синяя	26,2±13,0	35,0±2,1	0,64±0,06	3,70±0,16	1,41±0,21	0,27±0,05	0,31±0,01	111±20	1,13±0,33	6,52±0,14	0,01±0,001
Треска	6,68±0,91	23,3±1,4	0,82±0,14	0,96±0,21	0,75±0,20	0,11±0,02	0,12±0,01	28,0±2,8	0,15±0,01	2,51±3,92	0,14±0,08
Палтус черный	6,85±0,81	26,6±1,0	0,40±0,07	0,90±0,13	0,43±0,15	0,42±0,06	0,08±0,01	55,1±7,0	0,13±0,05	7,05±3,92	0,11±0,002
Камбала-ерш	7,77±0,30	56,4±1,1	0,59±0,08	1,06±0,02	1,04±0,25	0,42±0,03	0,08±0,03	61,0±4,0	0,24±0,05	9,69±3,92	0,10±0,01
Пикша	5,10±0,49	16,7±1,2	0,63±0,06	0,73±0,06	0,89±0,20	0,44±0,07	0,53±0,10	72,4±24,6	0,17±0,03	5,06±0,82	0,012±0,002
Зубатка полосатая	20,0±4,2	39,4±2,8	0,28±0,08	0,79±0,06	0,86±0,25	0,64±0,06	0,56±0,10	164±23	0,84±0,18	3,36±0,49	0,030±0,007
Камбала морская	5,73±0,80	64,6±7,4	0,71±0,01	0,70±0,03	0,78±0,10	0,43±0,01	0,25±0,03	53,8±4,3	0,08±0,04	2,91±0,28	0,013±0,002

В печени исследованных рыб среднее содержание Pb и Hg находилось в пределах установленных нормативов. В печени синей и полосатой зубаток содержание Cd было повышенным, что можно объяснить большим содержанием в этом органе специфических низкомолекулярных белков – металлотионеинов, которые являются концентраторами микроэлементов группы тяжелых металлов, особенно Cd [8].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М.: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002. 168 с.
2. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения токсичных элементов. М.: Изд-во стандартов, 1994. С. 34-40. 6.
3. Демина Л.Л., Осьина Н.С., Галкин С.В. Аккумуляция микроэлементов в

карбонатных минералах Атлантики// Океанология. 2016. Т. 56. № 1. С. 139-145.

4. Лаптева А.М. Микроэлементы в беспозвоночных Баренцева моря //Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. (18-22 марта 2013 г.) / КамчатГТУ. Петропавловск-Камчатский, 2013. С. 178-183.

5. Морозов, Н.П. Микроэлементы в промысловой ихтиофауне Мирового океана /Н.П. Морозов, С.А. Петухов. М.: Агропромиздат, 1986. 160 с.

6. Смирнова Е.В., Карамушко О.В. Пространственное распределение и некоторые черты биологии черноморского липариса *Liparis cf. fabricii* Krøyer, 1984 в Карском море // Вестник Кольского научного центра РАН. Апатиты, 2015. № 1(20). С. 78-84.

7. Федяхина Р.Ф. Сорбционные свойства нервной и мышечной тканей некоторых придонных и пелагических рыб // Тр. ВНИРО, 1970. Т. XIX. С. 220-233.

8. Химия окружающей среды. М.: Химия, 1982. 672 с.

HEAVY METALS AND TRACE ELEMENTS IN THE BARENTS SEA FISHES OF DIFFERENT ECOLOGICAL GROUPS

A.M. Lapteva

The results of total trace elements content (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Co, Fe, Pb, Cd, As and Hg) in 11 species of the Barents Sea fishes (cod, haddock, polar cod, capelin, deepwater rockfish, blue catfish, wolffish, halibut, long rough dab, plaice, liparis) are presented.

УДК 639.227.2

ИЗУЧЕНИЕ ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ВОСТОЧНОЙ СКУМБРИИ *SCOMBER JAPONICUS* В ЦЕНТРАЛЬНО-ВОСТОЧНОЙ АТЛАНТИКЕ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ФОРМЫ ЕЕ ОТОЛИТОВ

С.П. Мельников, Д.В. Артеменков, А.И. Никитенко, Д.С. Сухарев
Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Москва, 10714 (e-mail: melnikov@vniro.ru)

ВВЕДЕНИЕ

Центрально-Восточная Атлантика (ЦВА) являются одним из наиболее рыбопродуктивных районов Мирового океана, где общий вылов в отдельные годы прошлого столетия превышал 3 млн т. Среди мелких пелагических рыб в ЦВА наибольший интерес для российского рыбодобывающего флота представляет восточная скумбрия *Scomber japonicus*, широко распределяющаяся вдоль всей прибрежной зоны Западной Африки. Регулирование промысла восточной скумбрии осуществляется в рамках Комитета по рыболовству в Центрально-Восточной Атлантике (КЕСАФ). Рабочая группа КЕСАФ по оценке запасов мелких пелагических рыб рассматривает восточную скумбрию как единый запас. В то же время ряд специалистов [Доманевский, Кривоспиченко, 1986; Доманевский, Доманевская, 1988] выделяют в ЦВА три популяции вида с обособленными районами нереста: сахаромарокканскую, сенегало-мавританскую и гвинейскую.

Знание популяционной структуры вида является необходимым условием организации рационального промысла рыб, а также при рассмотрении проблем динамики численности и прогноза состояния их запасов. При проведении популяционных исследований в последние десятилетия получил применение метод отолитометрии [Torres, Lombarte, Morales-Nin, 2000; Otolith shape analysis ..., 2008]. Поскольку в отношении восточной скумбрии ЦВА метод отолитометрии еще не применялся, целью настоящей работы является выяснение

возможности использования анализа различий в форме отолитов для идентификации запасов данного вида.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Отолиты восточной скумбрии были собраны в исключительной экономической зоне Марокко на акватории между 21°17'-23°04' с.ш., 16°32'-17°38' з.д. в ходе проведения ресурсных исследований в июле-сентябре 2014-2015 гг. Сбор и обработку биологического материала проводили в соответствии с общепринятыми методиками [Изучение экосистем ..., 2004].

Определение возраста рыб производили под стереоскопическим бинокляром Olympus SZX2-ZB12 при увеличении 2×8 в падающем свете. За годовую зону принимали совокупность двух смежных зон: опаковой (зимней) и гиалиновой (летней). При подсчете годовых колец учитывали только наиболее четкие, протяженность которых могла быть определена на большей части структуры. Отобранные без повреждений отолиты были сканированы для получения изображения высокого качества. Алгебраическое описание формы отолитов проводили программой Shape ver. 1.3 [Iwata, 2006].

Статистическую обработку полученных данных по формам отолитов производили дискриминантным анализом в программе Statistica ver.10. Для выявления отличий переменных рассчитаны расстояния Махаланобиса (1).

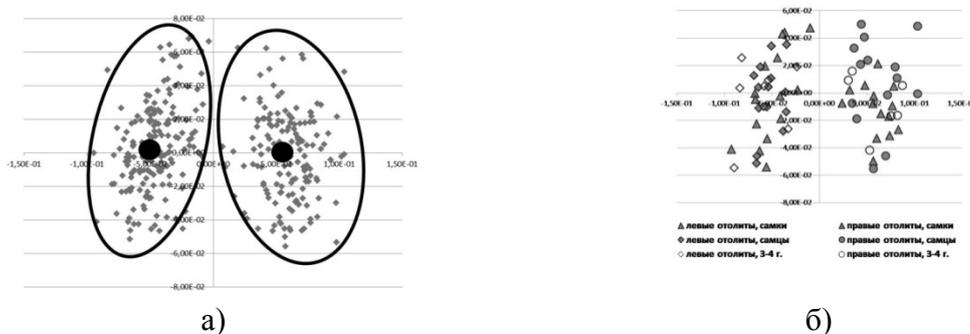
$$D_M(x) = \sqrt{(x - \mu)^T S^{-1} (x - \mu)} \quad (1)$$

Всего было проанализировано 467 отолитов восточной скумбрии, из которых у 122 экз. определен возраст и у 344 экз. проведено алгебраическое описание их формы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе была исследована выборка, сформированная из всей совокупности отолитов восточной скумбрии, собранных в 2014-2015 гг. По результатам многомерного айген-анализа были рассчитаны 20 гармоник, алгебраически описывающих форму отолита. Локализация полученных данных в пространстве главных компонент четко указывает на наличие двух обособленных кластеров отолитов восточной скумбрии (Рисунок 1а). На представленном рисунке хорошо видно, что значения первой главной компоненты для двух выделенных кластеров существенно различаются в левой и правой частях графика ($-0,048 \pm 0,001$ и $0,055 \pm 0,002$ соответственно). Выявленные различия достоверны при $p \geq 0,001$.

Для дополнительной проверки отмечаемой кластеризации нами были сформированы следующие выборки отолитов: с разделением по полу и на левые/правые; на левые/правые только для рыб в возрасте 3-4 года (наиболее массовые возрастные группы) без деления по полу. Графически результат такого анализа представлен на рисунке 1б. При рассмотрении полученных данных можно отметить, что указанные выборки обособлены только в зависимости от принадлежности к группам левых или правых отолитов восточной скумбрии вне зависимости от пола и возраста рыб.



а) в 2014- 2015 гг. б) с учетом деления отолитов по возрасту, полу и на левые/правые.

Рисунок 1. Распределение главных компонент отолитов восточной скумбрии

Значения расстояния Махаланобиса у кластера левых отолитов по отношению к кластеру правых отолитов варьируют в пределах от 19,10 до 34,43, что также отделяет эти группы друг от друга (таблица 1). При этом наблюдается однородность внутри групп правых отолитов (значения расстояний в пределах 0,13-0,70) и левых отолитов (значения расстояний в пределах 0,08-0,89), что характеризует особенность симметрии между правыми и левыми отолитами у восточной скумбрии.

Таблица 1. Значения расстояния Махаланобиса между группами отолитов восточной скумбрии в ЦВА 2014 и 2015 гг.

Группы		Правые отолиты			Левые отолиты		
		2015 г.	2014 г.	Возраст 3-4 г.	2015 г.	2014 г.	Возраст 3-4 г.
Правые отолиты	2015 г.		0,70	0,13	34,43	24,41	31,33
	2014 г.	0,70		0,25	28,21	19,10	25,53
	Возраст 3-4 г.	0,13	0,25		32,41	22,64	29,47
Левые отолиты	2015 г.	34,43	28,21	32,41		0,89	0,08
	2014 г.	24,41	19,10	22,64	0,89		0,50
	Возраст 3-4 г.	31,33	25,53	29,47	0,08	0,50	

ВЫВОДЫ

Метод отолитометрии может рассматриваться в качестве одного из подходов в популяционных исследованиях восточной скумбрии.

С учетом выявленных существенных различий значения расстояния Махаланобиса внутри выборок при выполнении анализа формы отолитов необходима их дифференциация на левые и правые.

Полученных в ходе анализа формы отолитов результаты свидетельствуют об отсутствии в исследованный период на указанной акватории смешанных скоплений из разных популяций восточной скумбрии.

Для уточнения популяционной структуры восточной скумбрии в Центрально-Восточной Атлантике необходимо расширение акватории сбора отолитов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Доманевский Л.Н., Доманевская М.В. Влияние океанологических условий на формирование скоплений рыб у Атлантического побережья Африки // Промышленно-океанологические исследования в Атлантическом океане и Юго-Восточной части Тихого океана. Сб. // Калининград: Изд. АтлантНИРО, 1988.140с.

2. Доманевский Л.Н., Кривоспиченко С.К. Распределение, биология и численность восточной скумбрии в Центрально-Восточной Атлантике // Современное состояние промысла тунцов и экология скумброидных рыб // Калининград: Изд. АтлантНИРО, 1986. С. 108-109.

3. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки // Госкомрыболовство России. М.: Изд-во ВНИРО, 2004. 299 с.

4. Iwata H. Shape ver. 1.3 a software package for quantitative evaluation biological shapes based on elliptic Fourier descriptors // NARO. 2006. 30 p.

5. Stransky C., Murta A. G., Schlickeisen J., Zimmermann C. Otolith shape analysis as a tool for stock separation of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Northeast Atlantic and Mediterranean. Fisheries Research. 2008. № 89. P. 159–166

6. Torres G. J., Lombarte A., Morales-Nin B. Sagittal otolith size and shape variability to identify geographical intraspecific differences in three species of the genus *Merluccius* // J. Mar. Biol. Ass. U. K. 2000. №80. P. 333-342

POPULATION STRUCTURE STUDY OF CHUB MACKEREL SCOMBER JAPONICUS IN THE EASTERN CENTRAL ATLANTIC BASED ON OTOLITH SHAPE ANALYSIS

Melnikov S.P., Artemenkov D.V., Nikitenko A.I., Sukharev D.S.

The results of the research proved the suitability of otolithometry method in the population structure study of chub mackerel *Scomber japonicus* in the Eastern Central Atlantic.

УДК 639.22/.23

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ОЦЕНКУ ЗАПАСА ОКУНЯ-КЛЮВАЧА *SEBASTES MENTELLA* В ПЕЛАГИАЛИ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ

С.П. Мельников, А.С. Кровнин, Д.В. Артеменков, Д.В. Пеленев
Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Москва, 10714 (e-mail: melnikov@vniro.ru)

ВВЕДЕНИЕ

Начиная с 2011 г. Комиссия по рыболовству в Северо-Восточной Атлантике (НЕАФК) регулирует пелагический промысел окуня-клювача (*Sebastes mentella* Travin 1951) в море Ирмингера на основе двух единиц запаса: «мелководного пелагического» (юг моря Ирмингера, море Лабрадор, глубины менее 500 м) и «глубоководного пелагического» (северо-восток моря Ирмингера, глубины более 500 м).

Новая стратегия эксплуатации не учитывает влияние факторов внешней среды на различные аспекты биологии окуня. Между тем многолетние исследования подтверждают наличие тесной связи между биологическими, океанологическими и атмосферными процессами, происходящими в Мировом океане. Такая связь зачастую обнаруживает периодичность различной временной протяженности, что может служить ориентиром для обоснования долгосрочных прогнозов распределения, численности и уловов промысловых рыб. В этой связи нами были проведены комплексные исследования по влиянию колебаний внешней среды на распределение и численность окуня-клювача.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Анализ межгодовой изменчивости биомассы и распределения плотности концентраций окуня-клювача проведен с использованием данных международных тралово-акустических съемок для глубин менее 500 м в летний период 1982-2013 гг.

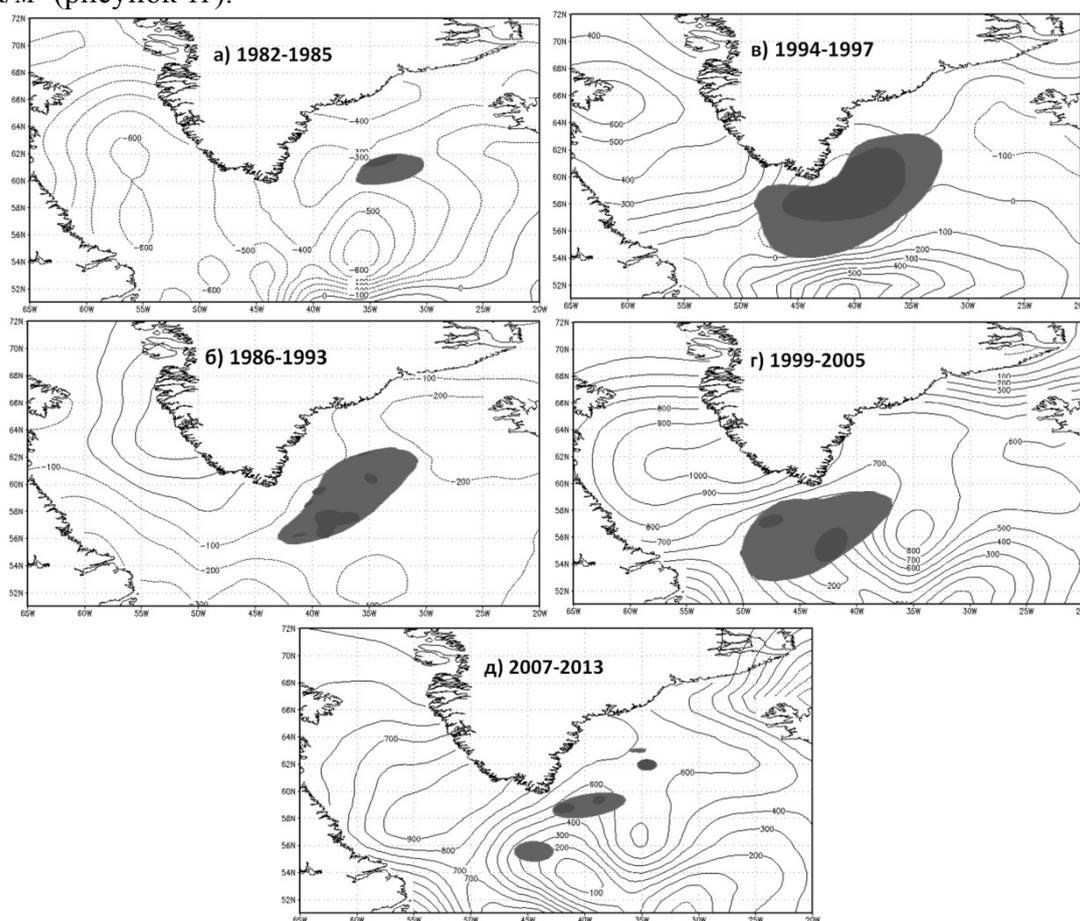
На основе данных по температуре воды из многолетнего массива EN4.0.2 [Met Office Hadley Centre ... , electronic resource; Good, Martin, Rayner, 2013] были рассчитаны теплосодержание вод ($\text{Дж}/\text{м}^2$) для слоев 0-200 и 0-500 м и его аномалии для весеннего сезона (май-июнь) относительно базового периода 1981-2010 гг. Распределение аномалий теплосодержания в обоих слоях оказалось очень схожим, поэтому для дальнейшего анализа использованы данные для слоя 0-200 м.

Материалы летних акустических съемок и результаты расчета теплосодержания вод в слое 0-200 м были осреднены по пяти периодам (1982-1985, 1986-1993, 1994-1997, 1999-2005 и 2007-2013 гг.), которые соответствуют различному тепловому состоянию вод моря Ирмингера и прилегающих к нему районов Северной Атлантики.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам ранее проведенных исследований [Melnikov, Krovnin, Vanyushin, 2015] выявлена прямая зависимость между колебаниями акустической оценки запаса окуня-клювача и изменениями температуры поверхности океана (ТПО). До середины 1990-х гг. на акватории моря Ирмингера преобладали отрицательные аномалии поверхностной температуры воды, и акустические оценки биомассы рыб были максимальными. Последовавшее затем потепление вод в верхнем слое моря совпало по времени с резким уменьшением запаса окуня.

Изменения в динамике биомассы окуня отражали крупномасштабный сдвиг в ходе развития климатических процессов на акватории всей Северной Атлантики, который проявился, прежде всего, в смене фазы Атлантической многодекадной осцилляции (АМО) с отрицательной на положительную в 1996 г. Первая половина 1980-х гг. характеризовалась наиболее низким теплосодержанием вод в верхнем 200-м слое за весь анализируемый период (рисунок 1а). В эти годы наиболее плотные концентрации окуня (>10 SA м²/миля²) наблюдались на локальной акватории северной части моря Ирмингера в диапазоне отрицательных аномалий теплосодержания от -350 до -300 Дж/м². После 1985 г. началось постепенное увеличение весеннего теплосодержания. Оно сопровождалось смещением концентраций окуня в южную часть моря вслед за сокращением акватории с отрицательными аномалиями теплосодержания (рисунок 1б и 1в). С конца 1990-х гг., после установления положительной фазы АМО, теплосодержание вод резко повысилось. Это обусловило дальнейшее смещение наиболее плотных концентраций окуня в юго-восточную часть моря Лабрадор, в район с положительными аномалиями теплосодержания от 250 до 650 Дж/м² (рисунок 1г).



Плотность концентраций: - 11-20; - > 20

Рисунок 1. Аномалии теплосодержания вод (май-июнь) в слое 0-200 м (Дж/м²) и распределение плотности концентраций окуня-клювача (SA м²/миля²) по данным тралово-акустических съемок (серая штриховка) в 1982-2013 гг.

С точки зрения практической цели управления запасом окуня-клювача особый интерес представляет период после 2007 г. Он характеризуется обратным перераспределением его концентраций в северо-восточном направлении, несмотря на сохранявшийся высокий теплосодержание вод моря Ирмингера (Рисунок 1д). Однако в отличие от предыдущих лет распределение рыб имело «пятнистый» характер. Следует отметить, что в весенние сезоны 2007-2013 гг. в море Лабрадор и юго-восточной части моря Ирмингера наблюдались максимальные положительные аномалии ТПО (0,8-1,0 °С). По сравнению с периодом 1999-2005 гг., значения аномалий в указанных районах увеличились на 0,4-0,5 °С. Это было связано, прежде всего, с усилением отрицательной фазы североатлантического колебания (САК) в конце 2000-х гг. Малооблачная погода со слабыми ветрами способствовала интенсивному весенне-летнему прогреву тонкого поверхностного слоя вод. Дополнительным фактором, способствовавшим формированию положительных аномалий температуры воды на поверхности, стало интенсивное поступление распресненных вод вследствие таяния ледников Гренландии и сокращения площади арктического льда. Эти воды перекрывали более соленые и плотные атлантические воды и интенсивно прогревались.

Согласно полученным нами данным, изменения температуры воды на горизонте 200 м между 2007-2013 гг. и 1999-2005 гг. имели противоположный характер. Здесь наблюдалось понижение температуры воды на 0,2-0,3 °С. Отмеченная особенность была даже более ярко выражена в снижении среднего теплосодержания вод в слое 0-200 м на 100-150 Дж/м² в центральной и северной частях моря Ирмингера от периода 1999-2005 гг. к 2007-2013 гг. при одновременном росте этого параметра в южной части моря Лабрадор на 100-200 Дж/м². Рассмотренные изменения в тепловом состоянии вод района исследований привели к формированию предпочтительных условий для миграции окуня в традиционные районы летнего нагула в море Ирмингера.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что район моря Ирмингера и сопредельных вод характеризуется значительной межгодовой и многолетней климатической изменчивостью, связанной с состоянием САК и фазой АМО, что, в свою очередь, обуславливает значительные колебания термических параметров в верхнем 500-м слое вод.

Установлено, что физические процессы оказывают более существенное влияние на оценки биомассы окуня-клювача в период выполнения тралово-акустических съемок, чем промысел.

Необходимы дальнейшие исследования для выявления механизмов передачи поверхностных климатических аномалий, контролируемых САК и АМО, в промежуточные и глубинные слои моря Ирмингера.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Met Office Hadley Centre observations datasets [Electronic resource]. - URL: <http://www.metoffice.gov.uk/hadobs/en4/download-en4-0-2.html> (дата обращения: 2.03.2015).
2. Good S. A. EN4: quality controlled ocean temperature and salinity profiles and monthly objective analyses with uncertainty estimates / S. A. Good, M. J. Martin, N. A. Rayner // Journal of Geophysical Research: Oceans. – 2013. – V. 118. - P. 6704-6716. - doi:10.1002/2013JC009067.
3. Melnikov, S.P., A.S. Krovnin, G.P. Vanyushin. The impact of environmental processes on distribution and stock assessment of *Sebastes mentella* in the Irminger Sea and adjacent waters // 103-rd ICES Annual Science Conference. Copenhagen, 2015. Poster A:22.

INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE ON STOCK ASSESSMENT OF SEBASTES MENTELLA IN PELAGIAL OF NORTHERN ATLANTIC

Melnikov S.P., Krovnin A.S., Artemenkov D.V., Pelenev D.V.

Noted in the Irminger Sea and adjacent waters considerable interannual and long-term climate variability provide more significant impact on the assessment of redfish biomass during the acoustic survey than fishing.

УДК 597.004 (06)

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ В 21 ВЕКЕ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ.

В.М. Осадчий, В.И. Саускан В.И.,
ФГБОУ ВО «КГТУ»

Рыбное хозяйство России представляет собой сложный и взаимосвязанный комплекс различных по своему характеру видов деятельности по рыболовству и аквакультуре, сохранению водных биоресурсов (ВБР), производству и реализации из них рыбной продукции. Главной его целью является обеспечение населения страны доступной и доброкачественной рыбной продукцией, продовольственной безопасности России.

В настоящее время продукция из ВБР производится на основе материально-технической базы, созданной в советский период.

Индустриальная основа рыбного хозяйства в нашей стране была сформирована во второй половине 20 века и не претерпела существенных изменений за последние 25 лет.

Состав уловов ВБР России на протяжении всего анализируемого периода диктовался потребностями внутреннего и внешнего рынка и не превышал двух десятков видов рыб (минтай, треска, сельдь, лосось и т.д..) из более 300 видов утвержденных в Перечне видов водных биоресурсов, в отношении которых осуществляется промышленное рыболовство.

Стратегии и программы развития рыбного хозяйства страны, принятые государством в период с 1995 по 2015гг. были направлены на создание условий для эксплуатации сырьевой базы в основном в исключительной экономической зоне РФ. При этом практически не разрабатывались меры по поддержанию и восстановлению потенциала российского рыболовства в Мировом океане.

Эта односторонняя политика не рассчитана на долгосрочную перспективу.

На наш взгляд, российскому рыболовству в современных условиях невозможно достигнуть объемов добычи советского периода в открытых районах Мирового океана. Это невозможно и с экономической точки зрения, а также в связи с незначительными запасами неосвоенных видов ВБР (за исключением наиболее массовых объектов - антарктического криля, океанических кальмаров, некоторых видов светящихся анчоусов и др.)

Современное океаническое рыболовство России должно быть основано на государственно-частном партнерстве. Только совместные усилия государства и рыбного бизнеса позволят вернуться российскому флоту в открытые районы Мирового океана.

Рыбное хозяйство РФ в 21 веке, по нашему мнению, должно развиваться на основе модели, в которой объективно сочетаются возможности сырьевой базы исключительной экономической зоны РФ и Мирового океана.

Роль внутренних водоемов страны и, особенно, аквакультуры в снабжении населения продукцией из ВБР, было бы желательно существенно увеличить. В то же время, имеющийся опыт развития этого направления рыбного хозяйства в нашей стране показывает, что его возможности ограничены и носят, в основном местный или региональный характер.

Несмотря на все усилия государства к настоящему моменту в стране не создан эффективный механизм управления рыбным хозяйством и не приняты прозрачные и

понятные рыбному бизнесу правила работы. Государство и рыбный бизнес действуют и понимают проблемы развития рыбного хозяйства далеко неоднозначно.

Отсутствие конструктивного диалога между ними, а главное – доверия, не позволяет успешно решать назревшие проблемы отрасли. Задача государства не воевать с рыбным бизнесом, а понять его нужды и вести постоянный поиск необходимых решений для успешного развития отрасли. Именно сейчас наступило время преобразования рыбного хозяйства страны.

После рассмотрения ситуации в рыбном хозяйстве на Госсовете 19 октября 2015 года Президент РФ подписал Перечень поручений по его итогам.

Они в какой то мере будут способствовать стабилизации достигнутого уровня производства рыбной продукции в РФ.

Материально-техническая база рыбного хозяйства советского периода практически полностью себя исчерпала и наступил этап необходимой модернизации флота, портов, береговых предприятий. Так, рыбопромысловый флот России («Морские вести России», №1,2014) состоит из более 2,5 тыс. судов различного назначения, большинство из них имеет возраст, превышающий 20 лет, а свыше 80% судов эксплуатируется сверх срока полезного использования.

Количество рыбопромысловых судов в России за период 1995-2014 гг. снизилось на одну треть.

Рыбный бизнес, несмотря на экономические трудности, готов к модернизации производства. Для этого сложились все необходимые условия. На наш взгляд ликвидация административных барьеров и полноценная поддержка государством процесса внедрения новых технологий и техники позволит в короткие сроки перевести отрасль на инновационный путь развития.

Инновационный вариант развития рыбного хозяйства страны десять лет назад вряд ли был возможен. Сегодня инновации в рыбном хозяйстве стали реальностью и главное к ним готовы сами рыбаки и рыбопереработчики.

Рыбное хозяйство России должно стать в 21 веке одной из приоритетных отраслей экономики, обеспечения продовольственной безопасности нашей страны, основой для благополучия и здоровья нации.

Выводы:

1. В результате принятых государством мер в последние десять лет ситуация в рыбном хозяйстве страны стабилизировалась и наметился рост уловов ВБР и производства рыбной продукции.

2. Устойчивое развитие рыбопромышленного комплекса России в долгосрочной перспективе невозможно при использовании только сырьевой базы исключительной экономической зоны РФ.

3. Возрождение российского океанического рыболовства позволит обеспечить гарантированное выполнение Продовольственной доктрины РФ и независимости страны в обеспечении населения доступной рыбопродукцией.

4. Только совместные усилия государства и рыбного бизнеса позволят вести устойчивое рыбное хозяйство РФ.

5. Принятые в 2015 г. решения по реформированию рыбного хозяйства России создадут необходимые условия для его развития в краткосрочном периоде.

6. Представляется целесообразным внести дополнения в государственные программы развития рыбного хозяйства, при этом следует уточнить основные приоритеты на долгосрочную перспективу с учётом необходимости модернизации материально-технической базы отрасли и развития океанического рыболовства на основе государственно-частного партнёрства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Белая книга. Рыбохозяйственный комплекс России в 2008-2010 годах. М.:

ВНИЭРХ, 2011. 184 с.

2. Макоедов А. Н., Кожемяко О.Н. Основы рыбохозяйственной политики России. М. ФГУП «Национальные рыбные ресурсы», 2007. 480с.

3. Материалы Госсовета по рыбохозяйственному комплексу России, октябрь 2015г.

4. Саускан В.И., Осадчий В.М., Лукьянова Л. М. Пути развития отечественного рыболовства. Рыбное хозяйство. 2015-№1. С.3-8.

5. Саускан В.И., Лукьянова Л.М., Осадчий В. М. Пути реализации концепции устойчивого развития в рыбохозяйственном комплексе Калининградской области. Балтийский экономический журнал- №2(12) декабрь 2014 г. С. 79-87.

6. Д. Наумов, ОАО «Гипрорыбфлот». СПб.: Газета «Fishnews Дайджест», июль 2013 г).

УДК: 597:591.524.12(261.74):681.3

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИССЛЕДОВАНИЯХ МАССОВЫХ ВИДОВ ИХТИОПЛАНКТОНА АКВАТОРИИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ МАРОККО

Р.А. Пак, Ф.В. Коломейко, А.Г. Архипов
ФГБОУ ВО «КГТУ», ФГБНУ «АтлантНИРО»

В АтлантНИРО собран большой объём промыслово-биологической, гидробиологической и гидрологической информации по многим районам Мирового океана, которая сформирована в постоянно пополняемые электронные базы данных. В представленной работе проведены: анализ распределения и оценка численности массовых видов ихтиопланктона акватории южной части Марокко (район Центрально-Восточной Атлантики - ЦВА) с использованием базы данных «Ихтиопланктон океанических районов» на сервере баз данных АтлантНИРО.

Для картирования, пространственного анализа и оценки численности массовых видов ихтиопланктона использовалась корпоративная геоинформационная система (ГИС) АтлантНИРО, которая функционирует на основе информационных web-технологий и облачных вычислений (cloud computing). Облачные вычисления в настоящее время активно развиваются и представляют собой технологию обработки данных, в которой компьютерные ресурсы и мощности предоставляются пользователю как сетевой сервис [Коломейко, 2013]. ГИС обеспечивает хранение, обработку, визуализацию и распространение пространственных данных и включают в себя систему управления базами данных (СУБД), редакторы растровой и векторной графики и разнообразные аналитические расчеты.

Нами проанализированы результаты двух (зимней и летней) ихтиопланктонных съёмок (2013 и 2014 гг.) в водах южной (28–21°с.ш.) части Марокко (Западная Сахара). В научных рейсах осуществлялся ступенчато-косой лов ихтиопланктона планктоносорбщиками «Бонго-20» с газом №19-21 на горизонтах 100, 50, 35, 25, 10 и 0 м по 1,5-3 мин. на каждом горизонте при скорости судна 2,0-3,0 уз. Наиболее массовыми представителями ихтиопланктона в зимние сезоны в районе южной части Марокко являются икринки и личинки европейской сардины (*Sardina pilchardus*), в летние сезоны – икринки и личинки круглой сардинеллы (*Sardinella aurita*) [Архипов, 2015]. Для визуализации, интерполяции и оценки численности ихтиопланктона применялся метод обратно взвешенных расстояний. Расчёт велся по каждому пикселю карты с учётом его геодезического размера в метрах на рассматриваемой акватории. Полученные результаты представлены на рисунках 1,2.

Как видно из рисунков, основные скопления икринок и личинок рассматриваемых промысловых видов рыб распределялись примерно на одних и тех же участках акватории, но

личинки занимали большие площади. Это вполне объяснимо, т.к. периоды развития личинок гораздо длительнее, чем периоды развития икринок.

Далее был произведен расчет общей численности икринок и личинок массовых видов рыб двумя способами. Первым, традиционным способом подсчитывалась суммарная численность икринок и личинок под м² на ихтиопланктонных станциях, и определялись относительные индексы численности европейской сардины и круглой сардинеллы, используемые нами для качественного анализа интенсивности нереста промысловых видов рыб. Вторым способом определялась абсолютная численность икринок и личинок этих же видов для всей исследуемой акватории (от побережья до изобаты 1000 м) с использованием ГИС-технологий. Результаты расчёта представлены в таблице 1.

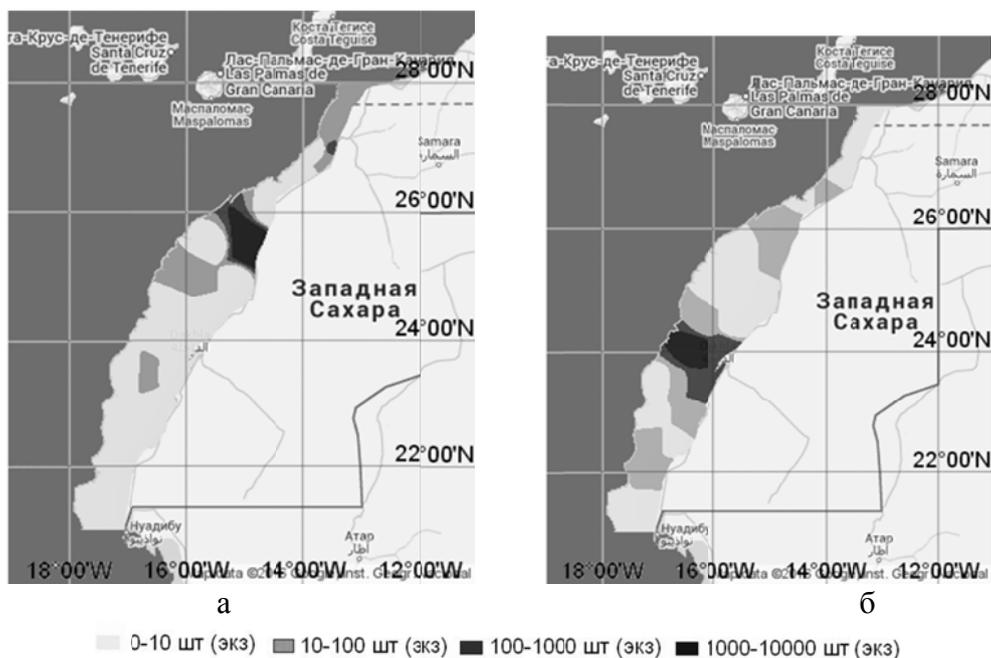


Рисунок 1 – Пространственное распределение икринок (а) и личинок (б) европейской сардины в зимний период 2013 года

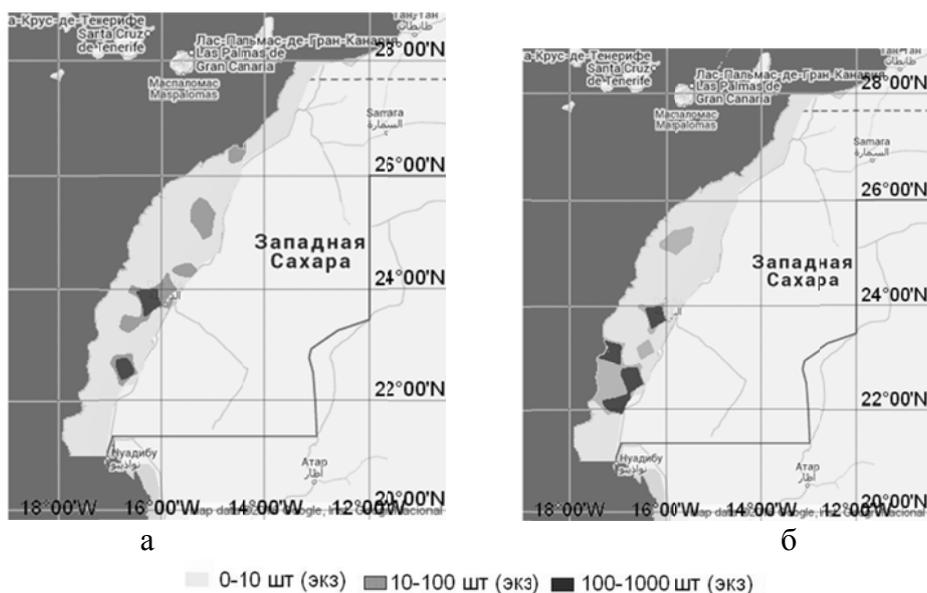


Рисунок 2 – Пространственное распределение икринок (а) и личинок (б) круглой сардинеллы в летний период 2014 года

Таблица 1 – Численность икринок и личинок (экз. x 10¹²) массовых видов рыб в районе южной части Марокко (28-21°с.ш.)

Численность	Sardina pilchardus		Sardinella aurita	
	икринки	личинки	икринки	личинки
Относительная	7,4	3,9	1,8	2,5
Абсолютная	36,0	18,0	2,7	3,8

Как видно из таблицы 1, абсолютная численность икринок и личинок европейской сардины примерно в 5 раз превышает значения относительной численности. Абсолютная численность круглой сардинеллы в полтора раза больше, чем значения относительной численности икринок и личинок данного вида. Следовательно, абсолютные значения численности ихтиопланктона более показательны для характеристики нерестовой активности рыб, т.к. рассчитаны для всей исследуемой акватории.

Таким образом, применение современных геоинформационных технологий в исследованиях массовых видов ихтиопланктона позволяет не только визуализировать имеющуюся в базе данных информацию, но и более точно рассчитать численность икринок и личинок промысловых видов рыб с учётом плотности их распределения на рассматриваемой акватории.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Архипов А.Г. Динамика численности икринок и личинок массовых видов рыб северной части Центрально-Восточной Атлантики / А.Г. Архипов. «Вопросы ихтиологии», т. 55, № 2, 2015. С. 173-179.

2. Коломейко Ф.В. Географические информационные системы на основе программного обеспечения с открытым исходным кодом (open source) и базы данных в научных исследованиях водных биоресурсов / Ф.В. Коломейко // Труды науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоёмов». КГТУ. Калининград, 2013. С. 69-72.

APPLICATION OF MODERN GEOINFORMATION TECHNOLOGIES IN RESEARCH OF MASS ICHTHYOPLANKTON SPECIES INHABITING WATER AREAS OF SOUTHERN MOROCCO

R.A. Pak, F.V. Kolomeyko, A.G. Arkhipov

Application of modern geoinformation technologies in research of mass ichthyoplankton species enables to visualize the existing database information and calculate abundance of eggs and larvae of commercial fish species.

УДК 597.553.1 (268.46)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКОЛЕНИЙ СЕЛЬДИ CLUPEA PALLASII MARISALBI BERG В ДВИНСКОМ ЗАЛИВЕ БЕЛОГО МОРЯ

Л.В. Парухина, С.Б. Фролов

Северный филиал ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича» (Северный филиал ФГБНУ «ПИНРО»), г. Архангельск.

Размножение сельди *Clupea pallasii marisalbi* Berg в Двинском заливе Белого моря обычно происходит в более поздние сроки, чем в Кандалакшском и Онежском заливах, что связано с особенностями гидрологического режима данного района [1]. Нерест начинается здесь вскоре после исчезновения льда, чаще всего с середины – конца мая, и продолжается в июне. Основные нерестилища сосредоточены в вершине залива, в предустьевой части реки

Северная Двина и в Унской губе. Небольшая часть популяции нерестится также на мелководьях, расположенных вдоль Летнего и Зимнего берегов. Следует отметить, что публикации, посвященные размножению сельди в Двинском заливе Белого моря, весьма немногочисленны.

Для оценки эффективности нереста в кутовой части залива, губе Яндовой, были организованы наблюдения за личинками сельди в ранний период их жизни и при переходе на активное питание. Сбор материала осуществлялся на пяти станциях, расположенных над глубинами от 1,5 до 5,5 м. Обычно выполнялись две-три повторности с недельным интервалом. Съёмки проводились с катера с использованием икорной сети с диаметром входного отверстия 50 см (ИКС-50, газ №14) методом горизонтальных тралений. В работе приведены данные, полученные в 2004-2015 гг.

В Яндову губу сельдь подходит на нерест ежегодно, интенсивность подходов изменяется по годам и зависит, прежде всего, от гидрометеорологических условий. Численность нерестового стада в годы наблюдений в целом держалась на высоком уровне. Для эффективного использования небольших по площади нерестилищ кутовой части залива период нереста растягивался в отдельные годы вплоть до первой декады июля.

Наиболее высокие показатели численности личинок сельди в губе были отмечены в 2004-05 годах: их максимальные значения доходили до 12,9 экз./м³ (01 июля) и 9,8 экз./м³ (21 июня) соответственно, а средняя численность за период наблюдений составляла 2,6-2,5 экз./м³. В последующие годы концентрация личинок в губе была заметно ниже, менее 1 экз./м³, за исключением трех лет - 2010, 2013 и 2015 гг. В 2010 и 2013 гг. в среднем встречалось 0,6 экз./м³ личинок, однако максимальные их концентрации на отдельных станциях различались: в 2010 году составляли 3,8 экз./м³ (23 июня), тогда как в 2013 году - не более 1,1 экз./м³ (24 июня). В 2015 году средняя численность личинок в Яндовой губе держалась на уровне 1,1 экз./м³, максимальные ее значения также были выше – 4,6 экз./м³ (18 июня). Характерно, что в 2015 году успешная инкубация икры и выклев личинок сельди наблюдался повсеместно по Белому морю, в том числе на нерестилищах, расположенных в Кандалакшском и Онежском заливах.

Известно, что одним из важнейших факторов, оказывающих влияние на эмбриональное развитие рыб, является температура воды. Прослеживается определенная взаимосвязь численности личинок беломорской сельди и температуры воды в мае-июне - в период инкубации икры и выклева личинок. Однако эта зависимость неоднозначна и выражена не для всех лет наблюдений. Так, в 2011 и 2012 гг. при относительно высокой температуре воды показатели численности личинок были небольшими. Это может быть связано с особенностями проведения съёмки – прежде всего, ее сроками, и другими причинами: глубиной, на которой была отложена икра, ходом ее инкубации, метеорологическими условиями – ветрами, вызывающими дрейф личинок и скачки температуры воды вследствие перемешивания водных масс (рисунок 1).

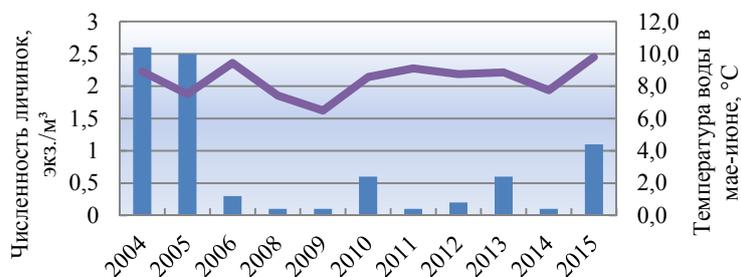


Рисунок 1 - Средняя численность личинок беломорской сельди в вершинной части Двинского залива в 2004-2015 гг., экз. /куб. м

(*2007 г. не включен из-за малочисленности материала)

Для данной акватории в целом характерны значительные изменения гидрологических условий, вызванных стоком из реки Северная Двина, приливными течениями и ветрами [2]. Икра и личинки рыб в процессе развития подвергаются здесь воздействию целого комплекса взаимно влияющих факторов. Тем не менее, температура воды в мае-июне может служить определенным ориентиром для предварительной оценки успешности прохождения этапа эмбрионального развития.

Размерный состав личинок в данном районе обычно включает особей разной длины и разных генераций: от мелких, только что выклюнувшихся из икринок, до подросших оформившихся личинок. По обобщенным данным, в 2004-2015 гг. здесь встречались личинки сельди длиной от 4,4 до 18,0 мм. Основу скоплений, как правило, составляли особи длиной 7-8 мм. Так, в 2015 году эта размерная группа преобладала в течение всего периода наблюдений – в ходе съемок 18, 26 июня и 02 июля (рисунок 2).

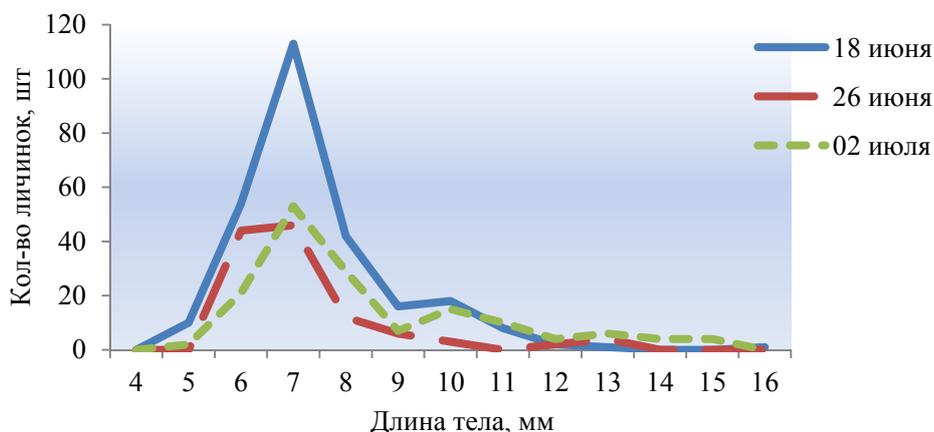


Рисунок 2 - Размерный состав личинок сельди в губе Яндова Двинского залива в 2015 году

Сельдь, таким образом, использовала расположенные здесь небольшие нерестилища неоднократно, а сложившиеся весной 2015 года условия благоприятствовали развитию икры разных подходов.

Самые крупные личинки за весь период наблюдений встречались в 2010 году, отличавшимся теплой весной, способствовавшей раннему нересту сельди и активному росту ее личинок. Причем такая ситуация сложилась в том же году и для азиатской корюшки *Osmerus mordax dentex*, личинки которой также встречаются в кутовой части Двинского залива.

Для получения представления об урожайности отдельных поколений сельди была проанализирована структура нерестового стада Двинского залива, где выделялась доля особей в возрасте двух лет. Установлено, что в период с 2004 по 2013 г. урожайные поколения сформировались в 2007, 2010 и 2013 гг. Так, поколение 2010 года с момента созревания и до выхода из промысла составляло значительную часть уловов: от 20% в возрасте двух лет до 40% в возрасте четырех лет. В 2013 году урожайное поколение сельди сформировалось во всех районах моря, в том числе и в Двинском заливе, где, по данным ТАС (тралово-акустической съемки), численность особей этого года рождения в возрасте 2+ составило 39,4 млн. экземпляров. Поколения 2004-2006, 2011-2012 гг. были определены как среднеурожайные, а поколения, родившиеся в 2008-2009 гг., можно отнести к малоурожайным.

Сопоставляя эти данные с численностью личинок сельди, полученной в весенний период, отметим, что в 2004 и 2005 гг., несмотря на большие показатели, высокоурожайные поколения не сформировались. Тогда как в 2010 и 2013 гг., когда численность личинок была выше среднемноголетней, но не слишком ее превышала, созрели урожайные поколения.

Вероятно, высокие концентрации личинок не способствуют их выживанию. Одной из причин гибели личинок в такой ситуации может служить кормовой фактор.

Для оценки численности поколений сельди, безусловно, гораздо более показательны данные по численности сеголеток. Однако в условиях Белого моря это является сложной задачей. Попытки поиска и облова их скоплений неоднократно предпринимались, однако их трудно назвать успешными. Наблюдения же за динамикой численности личинок от момента выклева и до перехода на экзогенное питание в местах традиционного нереста сельди в трех заливах Белого моря проводятся в течение многих лет. Полученные данные используются для предварительной оценки вновь формирующегося поколения сельди.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Надежин, В.М. Гидрологический режим Белого моря и его значение в распределении основных промысловых рыб / В.М. Надежин // Материалы рыбохозяйственных исследований северного бассейна / ПИНРО. Мурманск, 1967. Вып. IX. С. 122-150.

2. Чугайнова В.А. Экологический мониторинг кутовой части Двинского залива Белого моря / В.А. Чугайнова // Материалы Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Д.Г. Панова (8-11 июня 2009 г., г. Ростов-на-Дону) / ЮНЦ РАН. - Ростов-на-Дону, 2009. С. 354-356.

FEATURES OF FORMATION OF GENERATIONS OF HERRING *CLUPEA PALLASII* MARISALBI BERG IN THE DVINSKY BAY OF THE WHITE SEA

L.V. Parukhina, S.B. Frolov

The data on the abundance of larvae of herring *Clupea pallasii marisalbi* Berg in the Dvinsky Bay is presented in connection with formation of its generations. It is shown that in 2007, 2010 and 2013 the generations were numerous, in 2004-2006 and 2011-2012 – normal and in 2008-2009 had a low abundance.

УДК 597-1.044.6:546(268.45)

МОНИТОРИНГ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Н.Ф. Плотицына, А.М. Лаптева
(ФГБНУ «ПИНРО»)

В морской воде многие металлы присутствуют в следовых количествах и играют жизненно важную роль в биологических системах. Наличие или отсутствие того или иного металла во многом определяет направленность метаболических процессов. Изменение количества тяжелых металлов в гидробионтах вследствие антропогенного воздействия происходит на фоне их природного содержания, а диапазоны, при которых они выступают как микроэлементы или как токсиканты, чрезвычайно узки [Морозов, 1986].

В работе использованы пробы рыб, собранные в различных промысловых районах Баренцева моря в рейсе № 99 НИС «Фритьоф Нансен» (февраль-март 2015 г.). Подготовка и анализ проб выполнены в соответствии с методическим руководством ИКЕС в лаборатории прикладной экологии и токсикологии ФГБНУ «ПИНРО», аккредитованной на техническую компетентность и независимость [Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.518450] (ICES Guidelines ..., 1984). Всего проанализировано 80 проб (41 проба мышц и 39 проб печени)

атлантической трески, пикши, камбалы-ерш, морской камбалы, пятнистой зубатки, черного палтуса и мойвы.

Навеску пробы биологической ткани переводили в раствор посредством «мокрого» сожжения азотной кислотой с перекисью водорода в микроволновой системе пробоподготовки МС-6 (НТФ «Вольта», Санкт-Петербург, Россия). Микроэлементы (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Co, Fe, Pb, Cd, As, Hg) определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре с ртутно-гидридной приставкой фирмы «Shimadzu», модель АА-6800 (Япония), методами пламенной и не пламенной атомно-абсорбционной спектрофотометрии с использованием многоуровневой калибровки тестовыми смесями, приготовленными из сертифицированных стандартных растворов микроэлементов фирмы «Sigma-Aldrich» (США).

В качестве критериев загрязненности морских рыб были использованы санитарно-эпидемиологические правила и нормативы для продовольственного сырья и пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01), содержание тяжелых металлов и микроэлементов в морских рыбах по литературным и собственным данным [Гигиенические требования ..., 2002; Морозов, 1986; Лаптева, 2010; Лаптева, 2012].

В мышцах и печени исследованных рыб преобладало железо. Содержание меди, цинка, никеля, хрома, марганца и кобальта в тканях промысловых рыб Баренцева моря варьировало в очень узких интервалах, характерных для природных фоновых уровней.

По СанПиН 2.3.2.1078-01 в мышцах морских рыб нормируется только содержание свинца, кадмия, мышьяка и ртути, а в печени - свинца, кадмия и ртути (Гигиенические требования ..., 2002). В мышцах и печени исследованных промысловых рыб содержание свинца и кадмия не превышало установленные нормативы (1,0; 1,0 и 0,2; 0,7 мкг/г сырой массы соответственно) [Гигиенические требования ..., 2002]. Среднее содержание общего мышьяка в мышцах пикши, камбалы-ерш, пятнистой зубатки и мойвы (рисунок 1) превышало установленный норматив 5 мкг/г сырой массы [Гигиенические требования ..., 2002].

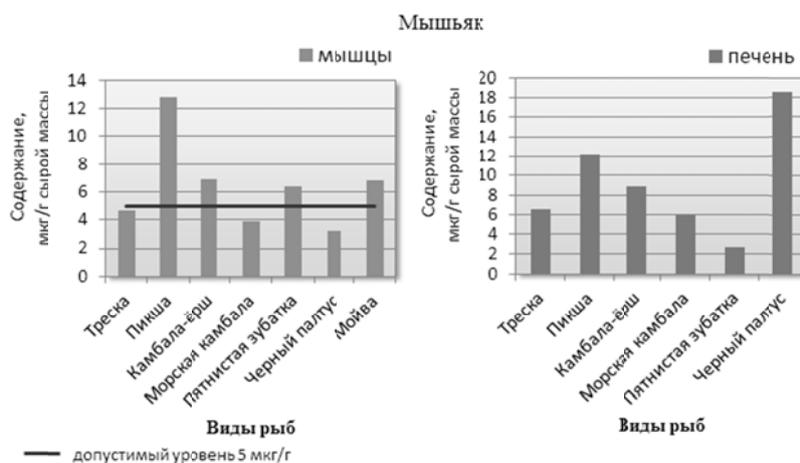


Рисунок 1 – Среднее содержание общего мышьяка в рыбах Баренцева моря (февраль-март 2015 г.)

Мышьяк полноправно участвует в метаболизме гидробионтов, входит в состав металлопротеидов (арсенобетаинов) и всегда присутствует в организмах промысловых водных объектов. Его повышенное содержание не имеет ничего общего с техногенным загрязнением. Следует отметить, что мышьяк поглощается в основном с пищей и его токсичные неорганические соединения способны быстро образовывать в гидробионтах прочные комплексы с низкомолекулярными органическими соединениями, которые не представляют опасности для человека и быстро выводятся из организма (Мур, 1987).

По опубликованным данным содержание общего мышьяка в 320 пробах мышц черного палтуса, выловленного в прибрежных районах Северной Норвегии, варьировало от 2,0 до 41 при среднем значении $8,1 \pm 6,2$ мкг/г сырой массы. Содержание токсичного неорганического мышьяка в мышцах черного палтуса изменялось от значения $<0,001$ до 0,01 мкг/г сырой массы. В мышцах атлантической трески содержание общего мышьяка варьировало в широком диапазоне от 0,4 до 52 мкг/г сырой массы, в то время как содержание токсичного неорганического мышьяка в них составляло $<0,001$ мкг/г сырой массы (Concentration of mercury, arsenic ..., 2011).

В мышцах промысловых рыб Баренцева моря содержание общей ртути варьировало от 0,002 до 0,012, а в печени – от 0,014 до 0,050 мкг/г сырой массы и не превышало установленный норматив 0,5 мкг/г сырой массы (рисунок 2).

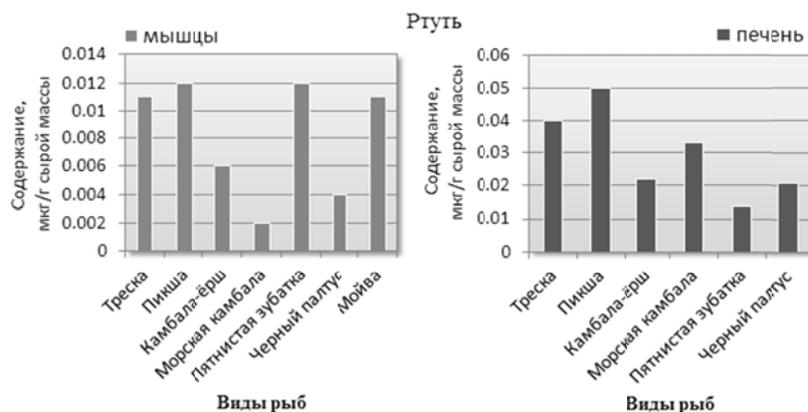


Рисунок 2 – Среднее содержание общей ртути в рыбах Баренцева моря (февраль-март 2015 г.)

Сравнивая полученные результаты с опубликованными данными для промысловой ихтиофауны Мирового океана и Баренцева моря, можно сделать вывод о незначительном содержании тяжелых металлов и микроэлементов в мышцах и печени исследованных морских рыб [Морозов, 1986; Лаптева, 2010; Лаптева, 2012]. Исключение составляет содержание общего мышьяка в мышцах некоторых видов промысловых рыб Баренцева моря, которое нормируется СанПиН 2.3.2.1078-01 [Гигиенические требования ..., 2002].

Проводимые в настоящее время исследования указывают на то, что в мышцах промысловых рыб необходимо нормировать содержание токсичных неорганических соединений, а не его общее содержание.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078-01. М.: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002. 168 с.
2. Лаптева, А.М. Тяжелые металлы и микроэлементы в промысловых рыбах Баренцева моря /А.М. Лаптева //Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы междунар. науч.-тех. конф.: в 2 ч./Дальрыбвтуз. – Владивосток, 2010, ч. 1. С. 145-149.
3. Лаптева, А.М. Микроэлементы в промысловых рыбах Баренцева моря (район Шпицбергена) /А.М. Лаптева //XI междунар. науч. конф. «Комплексные исследования природы Шпицбергена» (Мурманск, 1-3 ноября 2012 г.). М.: ГЕОС, 2012, вып. 11. С. 141-146.
4. Морозов, Н.П. Микроэлементы в промысловой ихтиофауне Мирового океана /Н.П. Морозов, С.А. Петухов. М.: Агропромиздат, 1986. 160 с.
5. Мур, Дж. Тяжелые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния: Пер. с

англ. /Дж. Мур, С. Рамамурти. М.: Мир, 1987. 288 с.

6. Concentrations of mercury, arsenic, cadmium and lead in Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) caught off the coast of northern Norway /K. Julshamn, S. Frantzen, S. Valdersnes [et al.] //Marine Biology Research. 2011. Vol. 7, Issue 8. P. 733-745.

7. ICES Guidelines for monitoring contaminants in fish and shellfish and in sediments /Six Year Review of ICES Coordinated Monitoring Programme //Coop. Res. Report. 1984. No. 126. P. 96-100.

MONITORING OF HEAVY METALS AND TRACE ELEMENTS IN COMMERCIAL FISHES FROM THE BARENTS SEA

N.F. Plotitsyna, A.M. Lapteva

The results confirm the low content of heavy metals and trace elements in tissues of the investigated fish species with the exception of the content of total arsenic in the muscles of some species of commercial fishes. Probably in the fish muscles it is necessary to normalize the content of toxic inorganic arsenic compounds, not the total content.

УДК 597-1.044.6:632.95(268.45)

МОНИТОРИНГ ПОЛИХЛОРБИФЕНИЛОВ В ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Н.Ф. Плотыцина, Т.А. Зимовейскова

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ФГБНУ «ПИНРО»)

Полихлорбифенилы (ПХБ) относятся к стойким органическим загрязнителям (СОЗ) и являются наиболее распространенными продуктами, загрязняющими окружающую среду. Интенсивное применение в промышленности привело к тому, что огромное количество этих соединений включено в природную биоциркуляцию и этот процесс затрагивает практически всю биосферу. Водные организмы могут накапливать СОЗ в значительных количествах. В естественных условиях скорость их разложения крайне низка (Стойкие органические ..., 2002).

В работе использованы пробы рыб, собранные в различных промысловых районах Баренцева моря в рейсе № 99 НИС «Фритьоф Нансен» (февраль-март 2015 г.). Подготовка и анализ проб выполнены в соответствии с методическим руководством ИКЕС в лаборатории прикладной экологии и токсикологии ФГБНУ «ПИНРО», аккредитованной на техническую компетентность и независимость (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.518450) (ICES Guidelines ..., 1984). Всего проанализировано 80 проб (41 проба мышц и 39 проб печени) атлантической трески, пикши, камбалы-ерш, морской камбалы, пятнистой зубатки, черного палтуса и мойвы.

Конгены ПХБ с номерами по номенклатуре IUPAC 28, 31, 52, 99, 101, 105, 118, 138, 153, 156 и 180 определялись на хромато-масс-спектрометре GCMS-QP2010 Plus фирмы «Shimadzu» (Япония) с капиллярной кварцевой колонкой HP-5 MS длиной 30 м. Идентификация индивидуальных соединений проводилась в режиме SIM (селективный мониторинг ионов). Количественное определение в тканях рыб выполнялось с использованием многоуровневой калибровки тестовыми смесями, приготовленными из сертифицированных кристаллических ПХБ фирмы «Sigma-Aldrich» (США). Для автоматической обработки результатов анализа применялась программа «GCMS solution 2.5» фирмы «Shimadzu» (Япония). В качестве критериев загрязненности морских рыб были использованы санитарно-эпидемиологические правила и нормативы для продовольственного

сырья и пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01), норвежское руководство по классификации качества окружающей среды в фьордах и прибрежных водах, а также содержание загрязняющих веществ в объектах морской среды по собственным данным [Гигиенические требования ..., 2002; Klassifisering ..., 1997; Плотицына, 2010; Плотицына, 2011].

Распределение ПХБ в морских организмах отличается крайней неоднородностью и тяготением их повышенного содержания к системам депонирования, а также к органам и тканям с высоким содержанием жира [Стойкие органические ..., 2002]. Данные о суммарном содержании ПХБ в мышцах и печени промысловых рыб Баренцева моря представлены на рисунке 1. Суммарное содержание ПХБ в мышцах исследованных рыб изменялось от 0,93 до 3,61 нг/г сырой массы, в печени – от 5,56 до 355 нг/г сырой массы. Вследствие значительного количества жира содержание ПХБ в печени рыб во много раз превышало их содержание в мышечной ткани (рисунок 1).

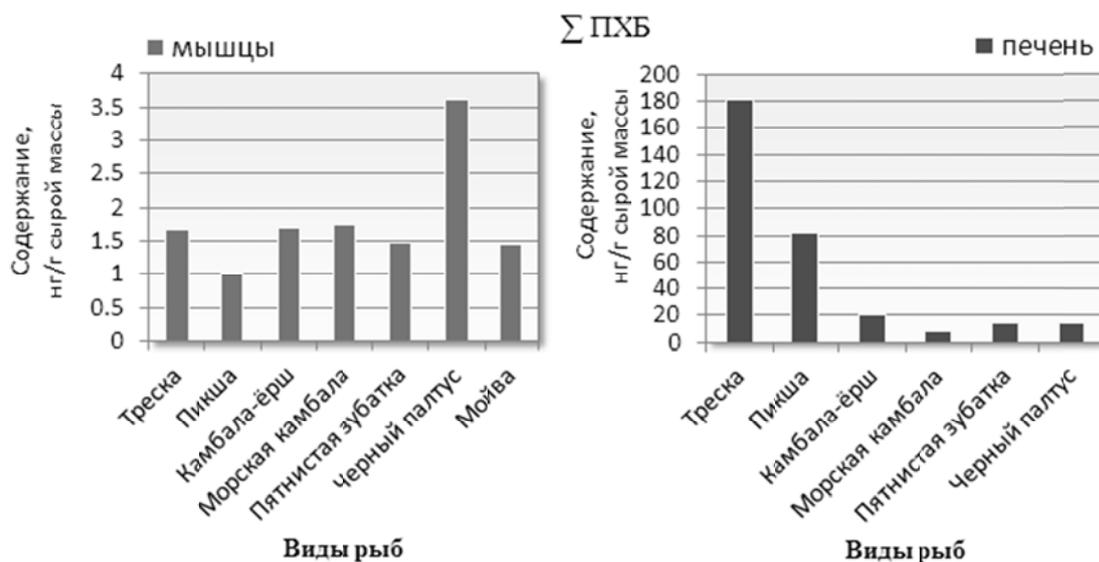


Рисунок 1 – Суммарное содержание конгенов ПХБ в промысловых рыбах Баренцева моря (февраль-март 2015 г.)

В мышцах и печени рыб доминировали конгены с номерами 118, 138 и 153, составляющие 60-80 % от ΣПХБ, что указывало на техногенное загрязнение среды обитания рыб промышленными смесями ПХБ типа Aroclor - российские аналоги – Совол (конденсаторное масло) и Совтол (трансформаторное масло) (рисунок 2).

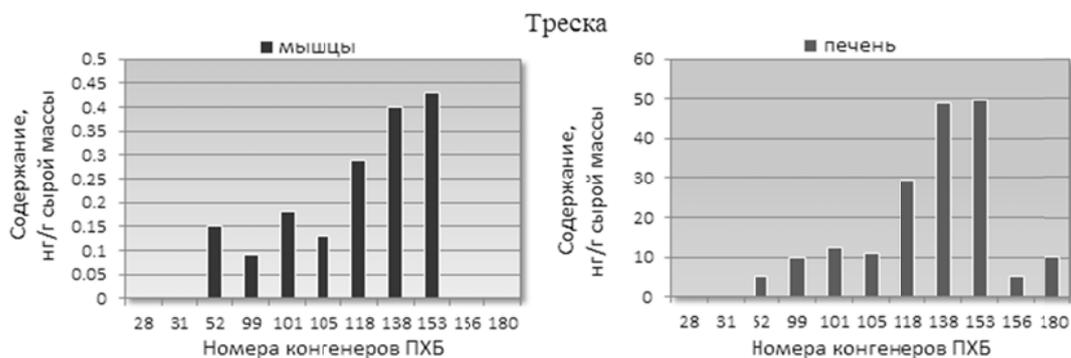


Рисунок 2 – Среднее содержание конгенов ПХБ в треске Баренцева моря (февраль-март 2015 г.)

Наиболее высокое содержание ПХБ обнаружено в печени трески, выловленной на Мурманском мелководье – 355 нг/г сырой массы, что по норвежской классификации соответствовало антропогенному фоновому уровню [Klassifisering ..., 1997]. Суммарное содержание ПХБ в мышцах и печени исследованных рыб было значительно ниже нормативов, установленных санитарными правилами и нормами РФ для морских рыб – 2000 и 5000 нг/г сырой массы соответственно [Гигиенические требования ..., 2002]. Полученные результаты хорошо согласуются с ранее опубликованными данными о содержании ПХБ в ихтиофауне Баренцева моря [Плотицына, 2010; Плотицына, 2011].

Диоксиноподобные хлорированные углеводороды, к которым относятся некоторые определяемые нами ПХБ, обладают теми же токсическими свойствами, что и диоксины, так как механизмы их действия на живые организмы идентичны. Разработана международная шкала факторов эквивалентной токсичности (I-TEF), где за эталон токсичности был принят наиболее сильный по своей биологической активности и хорошо изученный 1,3,7,8-тетрахлор-дibenзо-*p*-диоксин (2,3,7,8-ТХДД), фактор эквивалентной токсичности которого принят за 1. Для конгенов ПХБ с номерами 105, 118, 156 и 180, обнаруженных в исследованных пробах рыб, определены факторы эквивалентной токсичности (Майстренко, 2009). Средняя токсичность указанных ПХБ в мышцах рыб, выраженная в единицах токсического эквивалента, варьировала от 0,09 (пикша) до 0,89 пг ТЭ/г сырой массы (черный палтус), а в печени – от 2,10 (пятнистая зубатка) до 24,3 пг ТЭ/г сырой массы (треска). Наибольшая величина этого показателя найдена в печени трески (36,9 пг ТЭ/г сырой массы), выловленной на Мурманском мелководье, и камбалы-ерш (11,1 пг ТЭ/г сырой массы) из Западного Прибрежного района. По норвежской классификации наибольшая токсичность диоксиноподобных ПХБ в печени трески (36,9 пг ТЭ/г сырой массы) соответствовала умеренному загрязнению [Klassifisering ..., 1997].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М.: ФГУП «ИнтерСЭН», 2002. 168 с.
2. Майстренко, В.Н. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей /В.Н. Майстренко, Н.А. Ключев. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 323 с.
3. Плотицына, Н.Ф. Содержание хлорорганических соединений в рыбах Баренцева моря /Н.Ф. Плотицына, Т.А. Зимовейскова //Современное состояние водных биоресурсов и экосистем морских и пресных вод: проблемы и пути их решения: материалы междунар. науч. конф., посвященной 100-летию со дня рождения Г.В. Никольского (Ростов-на-Дону, 20-23 сентября 2010 г.) /АзНИИРХ. Ростов-на-Дону, 2010. С. 248-251
4. Плотицына, Н.Ф. Диоксиноподобные полихлорбифенилы в промысловых рыбах Баренцева моря /Н.Ф. Плотицына //Современные проблемы водной токсикологии: материалы конф. (Петрозаводск, 17-19 мая 2011 г.) / ПетрГУ. – Петрозаводск, 2011. С. 115-118
5. Стойкие органические загрязнители: пути решения проблемы /В.В. Худолей, Е.Е. Гусаров, А.В. Клинский [и др.]. СПб.: НИИХ СПбГУ, 2002. 363 с.
6. ICES Guidelines for monitoring contaminants in fish and shellfish and in sediments /Six Year Review of ICES Coordinated Monitoring Programme //Coop. Res. Report. 1984. No. 126. P. 96-100
7. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann /J. Molvær, J. Knutzen, J. Magnusson [et al.] // SFT Veiledning, 1997. Vol. 97, No. 03. 36 s. (in Norwegian)

MONITORING OF POLYCHLORINATED BIPHENYLS IN COMMERCIAL FISHES FROM THE BARENTS SEA

N.F. Plotitsyna, T.A. Zimoveyskova

The received results confirm low level of contamination by polychlorinated biphenyls (PCB's) of muscle and liver of commercial fishes from studied areas of the Barents Sea.

УДК 574.5: 577.115.3

ВЛИЯНИЕ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ И ТРОФИЧЕСКОГО УРОВНЯ НА СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ЧЕТЫРЕХ ВИДАХ РЫБ ИЗ КРАСНОЯРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А.Е. Рудченко, Н.Н. Сущик, М.И. Гладышев
Сибирский федеральный университет
Институт биофизики СО РАН

Важной частью рациона современного человека является рыба, которая представляет собой главный источник полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), таких как эйкозапентаеновая (20:5n-3, ЭПК) и докозагексаеновая кислоты (22:6n-3, ДГК) [Gladyshev at al., 2013]. Содержание ЭПК + ДГК в мышечной ткани разных видов рыб может отличаться более чем на два порядка [Gladyshev at al., 2013]. В настоящее время в качестве основных факторов, влияющих на состав и содержание жирных кислот, рассматривают экологические и филогенетические факторы. К экологическим факторам прежде всего относят температуру воды, которая во многом определяет физиологические процессы, протекающие в организме рыб. Другим важным фактором является спектр питания рыбы и ее трофический уровень, что определяется как филогенетическим, так и экологическими факторами. Состав жирных кислот может быть разным у растительноядных, всеядных и рыбаодных видов [Ahlgren at al., 2009; Vasconi at al., 2015]. Таким образом, изучение причин изменчивости содержания ЭПК и ДГК в биомассе рыб является важной частью гидробиологических и ихтиологических исследований. В данной работе исследовали влияние трофической позиции на состав, содержание и сезонную динамику жирных кислот в мышцах четырех видов рыб.

Объектом исследования были половозрелые особи речного окуня *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758), сибирской плотвы *Rutilus rutilus lacustris* (Pallas, 1814), леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) и обыкновенной щуки *Esox lucius* (Linnaeus, 1758). Рыбы вылавливались из Красноярского водохранилища (залив р. Убей, 55° 06' N, 91° 37' E) в марте 2015 г. и июне - августе 2014-2015 гг. Состав жирных кислот определяли на газовом хроматографе-масс-спектрометре (6890/5975C; Agilent Technologies). Для количественного определения их содержания использовали внутренний стандарт. Анализ стабильных изотопов углерода и азота выполнен с помощью элементного анализатора - изотопного масс-спектрометра Flash EA 1112, Delta V Plus (Thermo Scientific Corporation).

Результаты анализа стабильных изотопов приведены на рисунке 1. У леща и плотвы, также как и у пары окунь-щука, обнаружены близкие значения соотношения стабильных изотопов азота $\delta^{15}\text{N}$. Таким образом, данные виды занимали близкие трофические позиции в пищевой сети. Статистически достоверные различия средних значений $\delta^{15}\text{N}$ между окунем и щукой с одной стороны, и плотвой и лещом с другой стороны, составили 2.6-3.2 ‰. Следовательно, трофические позиции плотвы и леща отличались от окуня и щуки на один трофический уровень [Caut et al., 2009], что подтвердил анализ содержимого желудков рыб. Величины соотношения изотопов $\delta^{13}\text{C}$ окуня и плотвы перекрывались, что говорит о получении ими органического углерода из одного источника, в то время как щука и лещ, по данным изотопии углерода, использовали другую кормовую базу.

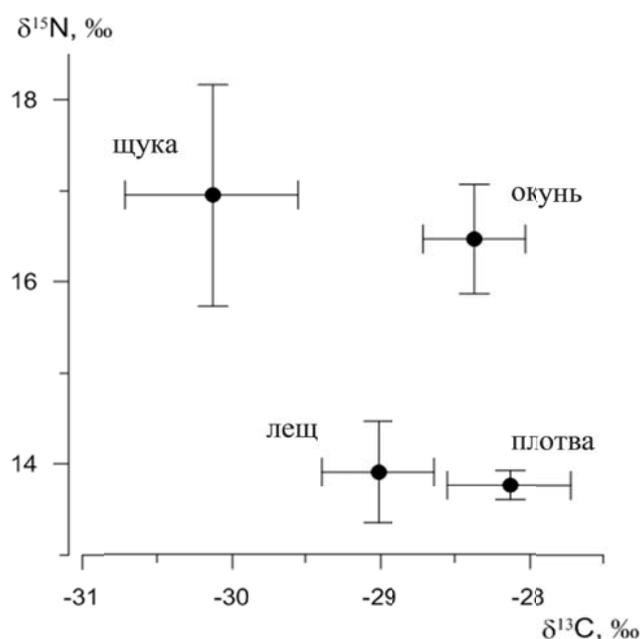


Рисунок 1 - Средние значения изотопных соотношений в мышечной ткани четырех видов рыб из Красноярского водохранилища (2014 – 2015 гг.).

Согласно результатам многофакторного дискриминантного анализа, состав жирных кислот исследованных видов рыб значительно различался. Переменными, с максимальным вкладом в первый дискриминантный корень, являлись ДГК с одной стороны, и ЭПК с другой. Хищные рыбы, окунь и щука, имели значительно более высокий процент ДГК, но значительно более низкий процент ЭПК, чем планктофаги и бентофаги (плотва и лещ). Это свидетельствует об избирательном и эффективном накоплении ДГК в рыбах высших трофических уровней. Кроме того, нельзя исключать и вклад собственного синтеза этой кислоты из предшественников в организме рыб, таких как окунь. По второму корню были выявлены различия между окунем и щукой, а также между лещом и плотвой, в основном за счет C15-17 разветвленных жирных кислот (ЖК) и 20:1n-9, являющимися трофическими маркерами (рисунок 2).

Сезонная динамика ЖК в мышечной ткани окуня и плотвы определялась несколькими факторами. Так, значительное снижение процента 14:0 и увеличение 18:0 с марта по июнь и с июня по август могло быть вызвано гомеовискозной адаптацией (т.е. регуляцией вязкости мембраны в ответ на изменения температуры воды в течение сезона). Еще одним важным фактором являлась сезонная смена источников питания. Так, уменьшение в летний период, по сравнению с весной, содержания ЭПК в биомассе окуня могло быть связано со снижением в питании доли органического вещества, происходящего из диатомовых водорослей, являвшихся весенними доминантами фитопланктона. Значительное увеличение доли ЖК - бактериальных маркеров и 18: 3n-3 в середине лета свидетельствует об увеличении вклада бактерий и сине-зеленых водорослей в пищевую цепь плотвы. В то же время, как для окуня, так и для плотвы характерно летнее снижение 20:4n-6, что могло объясняться уменьшением притока аллохтонного органического вещества в водоем в течение лета. Кроме того, у окуня летом увеличилось содержание ДГК. Поскольку при изучении питания окуня явных пищевых источников ДГК обнаружено не было, это накопление, скорее всего, объяснялось собственным синтезом ДГК из ЭПК, накопленной ранее.

Что касается суммарного содержания ЭПК+ДГК на единицу мышечной массы, как показателя пищевой ценности рыбы, наше исследование показало, что щука из Красноярского водохранилища имела самую высокую пищевую ценность ($2.28 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1}$ сырой массы), тогда как лещ имел самую низкую ($1.06 \text{ мг} \cdot \text{г}^{-1}$). Окунь и плотва имели

промежуточные значения (1.49 и 2.20 мг·г⁻¹, соответственно). Полученные нами данные согласовываются с результатами других исследований [Vasconi at al., 2015].

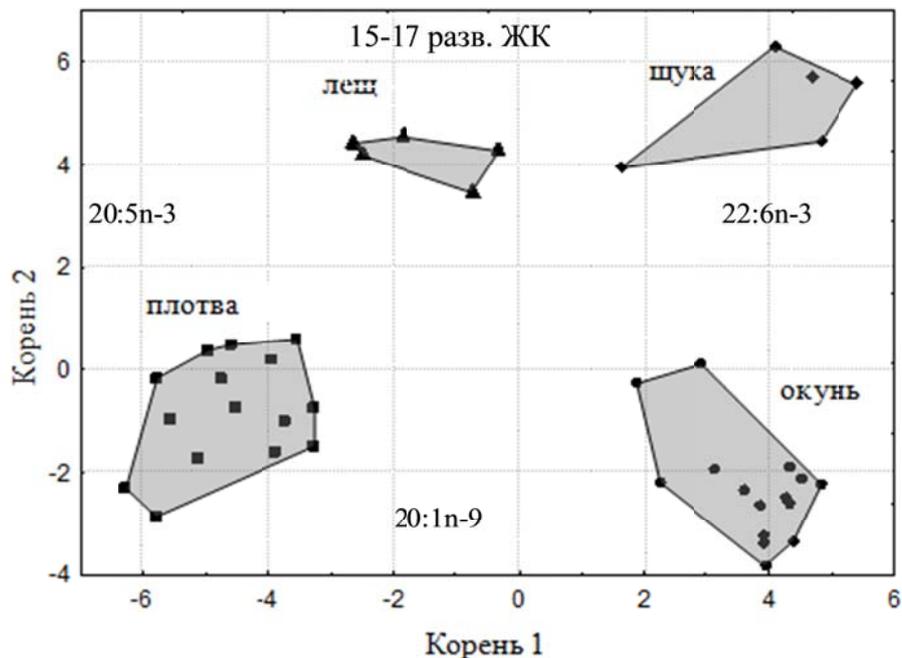


Рисунок 2 - Результаты мультидискриминантного анализа процентного состава жирных кислот в мышечной ткани четырех видов рыб из Красноярского водохранилища (2014 – 2015 гг.)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ahlgren, G. Fatty acid ratios in freshwater fish, zooplankton and zoobenthos – are their specific optima? / G. Ahlgren, T. Vrede, W. Goedkoop // *Lipids in aquatic ecosystems.* / M.T. Arts, M. Kainz, M.T. Brett. Springer: New York. 2009. P. 147-178.
2. Caut, S., Angulo, E., Courchamp, F., 2009. Variation in discrimination factors ($\Delta^{15}\text{N}$ and $\Delta^{13}\text{C}$): the effect of diet isotopic values and applications for diet reconstruction. / S. Caut, E. Angulo, F. Courchamp. // *J. Appl. Ecol.* 2009. № 46. P. 443–453.
3. Gladyshev, M.I. Production of EPA and DHA in aquatic ecosystems and their transfer to the land. / M.I. Gladyshev, N.N. Sushchik, O.N. Makhutova. // *Prostaglandins Other Lipid Mediat.* 2013. № 107. P.117-126.
4. Vasconi, M. Fatty acid composition of freshwater wild fish in subalpine lakes: a comparative study. / M. Vasconi, F. Caprino, F. Bellagamba, M.L. Busetto, C. Bernardi, C. Puzzi, V.M. Moretti. // *Lipids.* 2015. № 50. P. 283-302.

EFFECT OF SEASON AND TROPHIC LEVEL ON FATTY ACID COMPOSITION AND CONTENT OF FOUR FISH SPECIES FROM KRASNOYARSK RESERVOIR

Rudchenko Anastasia E., Sushchik Nadezhda N., Gladyshev Michail I.

Effect of trophic position and season on individual fatty acids content of four fish was tested. Fatty acid composition of perch and roach changed seasonally as temperature affected. Stable isotopes and fatty acids clearly discriminate piscivorous and omnivorous fish.

МОРСКИЕ ЛИСИЧКИ (AGONIDAE) ПРИКАМЧАТСКИХ ВОД

А.М. Токранов, А.М. Орлов*

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, Россия, *Всероссийский научно-исследовательский
институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва, Россия

Морские лисички (сем. Agonidae) - широко распространённая в северной части Тихого океана группа донных рыб, представители которой являются характерной составной частью шельфовых и верхнебатиальных ихтиоценов. В ряде районов прикамчатских вод некоторые виды этого семейства обладают достаточно высокой численностью и биомассой, а потому могут играть заметную роль как пищевые конкуренты промысловых видов рыб и быть потенциальными объектами прибрежного рыболовства [1]. Обобщение имеющейся на сегодняшний день информации позволяет получить представление о видовом составе морских лисичек в прикамчатских водах, а также пространственно-батиметрическом распределении, особенностях биологии и величине биомассы их наиболее многочисленных видов.

На сегодняшний день в прикамчатских водах достоверно зарегистрировано 14 видов морских лисичек из 10 родов [2]. Максимальное разнообразие представителей этого семейства отмечается в тихоокеанских водах северных Курильских островов и северо-западной части Берингова моря (соответственно 13 и 12 видов), тогда как минимальное (8 видов) – в прибрежных водах Командорских островов.

Оценка степени обилия различных морских лисичек позволяет сделать вывод, что в прикамчатских водах лишь 4 их вида – чернопёрая *Bathyagonus nigripinnis*, дальневосточная *Podothecus sturioides*, осетровая *P. accipenserinus* и тонкохвостая *Sarritor frenatus* лисички, относятся к категории «многочисленных», частота встречаемости которых в уловах (последнего повсеместно) превышает 50%. Три первых вида входят в состав элиторального ихтиоцена, представители которого обитают преимущественно в шельфовой зоне на глубинах от 50 до 200 [2]. В отличие от них, чернопёрая лисичка относится к мезобентальному ихтиоцену и концентрируется преимущественно в водах верхней зоны материкового склона на глубинах до 1000 м.

Рассматриваемые виды морских лисичек – сравнительно мелкие рыбы, размеры которых редко превышают 30-35 см и 100-150 г. Они относятся к короткоцикловым или относительно короткоцикловым рыбам со средней продолжительностью жизни (до 8-10 лет), основу популяции (свыше 60-80%) которых формируют особи всего двух-четырёх возрастных групп [1].

У всех массовых видов морских лисичек в той или иной степени выражен половой диморфизм в окраске и величине плавников, а у тонкохвостой лисички – ещё и в размерах половозрелых особей разного пола (самцы мельче самок). Для этих видов характерен единовременный нерест и сравнительно невысокая индивидуальная плодовитость (в среднем 1-6 тыс. икринок) [1].

Рассматриваемые виды морских лисичек являются бентофагами, питающимися преимущественно мелкими донными и придонными ракообразными [1].

По данным учётных траловых съёмов, биомасса дальневосточной лисички в прикамчатских водах Охотского моря в 1990-2000 гг. варьировала от 16 до 46 (в среднем около 29) тыс. тонн. Суммарная величина биомассы осетровой лисички в тихоокеанских водах северных Курильских островов, Восточной Камчатки и юго-западной части Берингова моря составляла около 4 тыс. тонн. Хотя обе эти лисички постоянно вылавливаются в качестве прилова при промысле донных рыб, сегодня их ресурсы в прикамчатских водах совершенно не используются. Поэтому в настоящее время относительно крупных

дальневосточную и осетровую лисичек у берегов Камчатки можно рассматривать в качестве потенциальных объектов прибрежного рыболовства [1] Даже исходя из минимального расчётного значения биомассы и коэффициента изъятия в 30%, величина возможного вылова дальневосточной лисички на западнокамчатском шельфе в настоящее время оценивается не менее чем в 4-5, а осетровой лисички в тихоокеанских водах Камчатки – в 1-1.5 тыс. тонн.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Токранов А.М. Особенности биологии донных и придонных рыб различных семейств в прикамчатских водах: Дис. в виде науч. докл. ... докт. биол. наук. - Владивосток: ИБМ им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, 2009. 83 с.

2. Шейко Б.А., Федоров В.В. Класс Cephalaspidomorphi – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые рыбы. Класс Holoccephali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные рыбы // Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий. - Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор, 2000. С. 7-69

SEA POACHERS (AGONIDAE) IN THE NEAR KAMCHATKA WATERS

A.M. Tokranov, A.M. Orlov

Data on the species composition of sea poachers, spatial-bathymetric distribution, features of biology and biomass of its numerous species in the waters off Kamchatka are provided. It is shown that from 14 of representatives of Agonidae family only four of species of sea poachers (blackfin *Bathyagonus nigripinnis*, hawk *Podothecus sturioides*, sturgeon *P. accipenserinus* and sawback *Sarritor frenatus*) are numerous in the waters near Kamchatka. The hawk, sturgeon and sawback sea poachers are elithoral species occurring mainly in shelf zone at depths of 50-200 m, and the blackfin poacher is a mesobenthic species occurring at depths to 1000 m and more. This species of sea poachers are comparatively small and short-lived fishes, bulk of its population (more 60-80%) are formed specimens only of two-four of age groups. This sea poachers exhibit sexual demorphism at exterior signs (colour, size of fins), and sawback poacher also in sizes of mature specimens of a different sex (the females are larger than males). All four species of sea poachers are benthophages, that feed mainly small bottom and near-bottom crustaceans. The problems of exploitation of resources of sea poachers of genus *Podothecus* in the waters near Kamchatka today are analy

УДК 551.46:639.24

СЕЗОННЫЕ И МЕЖГОДОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ СКОПЛЕНИЙ СТАВРИДЫ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА В СВЯЗИ С АТМОСФЕРНЫМИ ПРОЦЕССАМИ

М.С. Федотов
ФГБОУ ВО КГТУ

Государственной программой Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса в 2013-2020 гг.», утвержденной Правительством РФ в 2013 г., предусмотрено увеличение годового российского вылова до 6 млн. т. Реально недоиспользуемая сырьевая база имеется в районе южной части Тихого океана за пределами исключительных экономических зон прибрежных государств, где рыбаки бывшего СССР в 1979-1991 гг. стабильно вылавливали около 1.0 млн. т ставриды [1]. Для возобновления эффективного российского промысла в южной части Тихого океана (ЮТО) требуется разработка методов обнаружения промысловых скоплений в этом весьма обширном по площади районе.

Предыдущими исследованиями было установлено, что наиболее плотные скопления ставриды приурочены к мезомасштабным неоднородностям динамики вод в верхнем слое океана района ЮТО (мезомасштабные вихри и локальные фронтальные зоны) [2]. Главным фактором, определяющим возникновение и перемещения этих неоднородностей, являются крупномасштабные процессы в атмосфере над океаном, поэтому в качестве исходных данных использовались среднемесячные поля атмосферного давления [3] и результаты работы промыслового флота из Атласов управлением «Запрыбромразведка» за 1979 по 1991 гг. Для характеристики перемещения промысловых скоплений были использованы минимальные и максимальные широты и долготы районов успешной работы промыслового флота.

Для анализа параметров крупномасштабных атмосферных процессов были рассчитаны главные компоненты для полей атмосферного давления, ограниченных координатами 20° и 60° южной широты и 70° и 170° западной долготы в программе «Statistica» за период январь 1978 г.– январь 1992 г. Рассчитаны 3 главные компоненты, которые описывают 85% изменчивости поля атмосферного давления.

Далее был выполнен анализ множественной регрессии, где в качестве предикторов использовались главные компоненты полей атмосферного давления, а в качестве предиктантов — координаты успешной работы промыслового флота, которые ассоциировались с положением наиболее плотных скоплений ставриды. Были рассчитаны коэффициенты множественной корреляции, которые составили величины от 0.53 до 0.74 (1,2). При этом исходные данные были подвергнуты сглаживанию скользящим средним с шагом по времени в 3 месяца (рисунок 1,2). На графиках изменения координат видна сезонная изменчивость, амплитуда которой существенно возрастает, начиная с 1985 г.

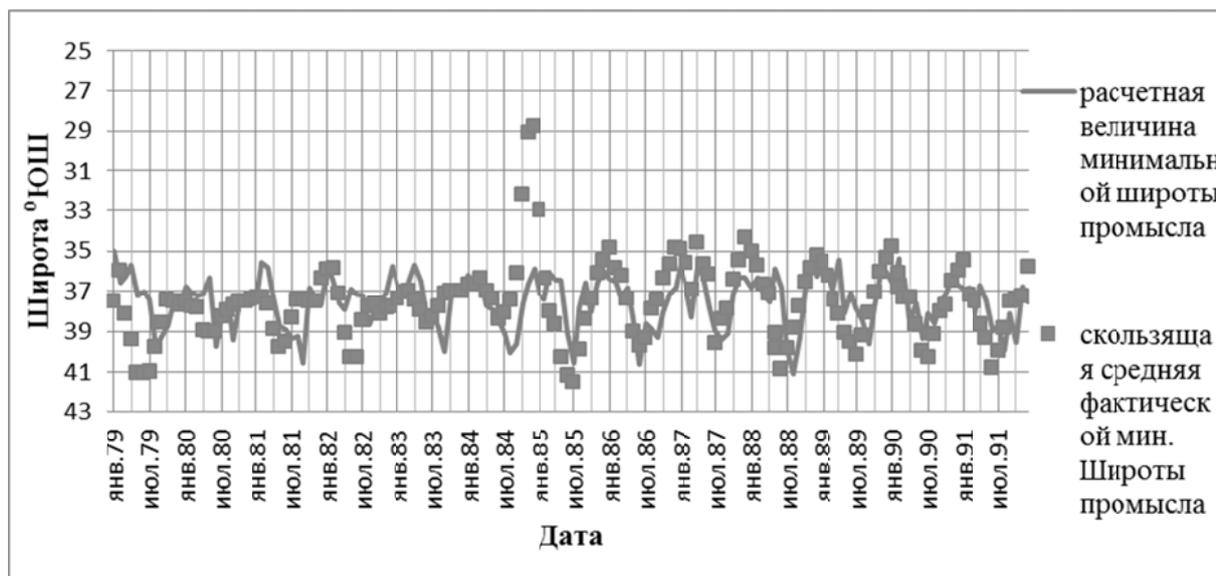


Рисунок 1- Распределение работы промыслового флота по широте.

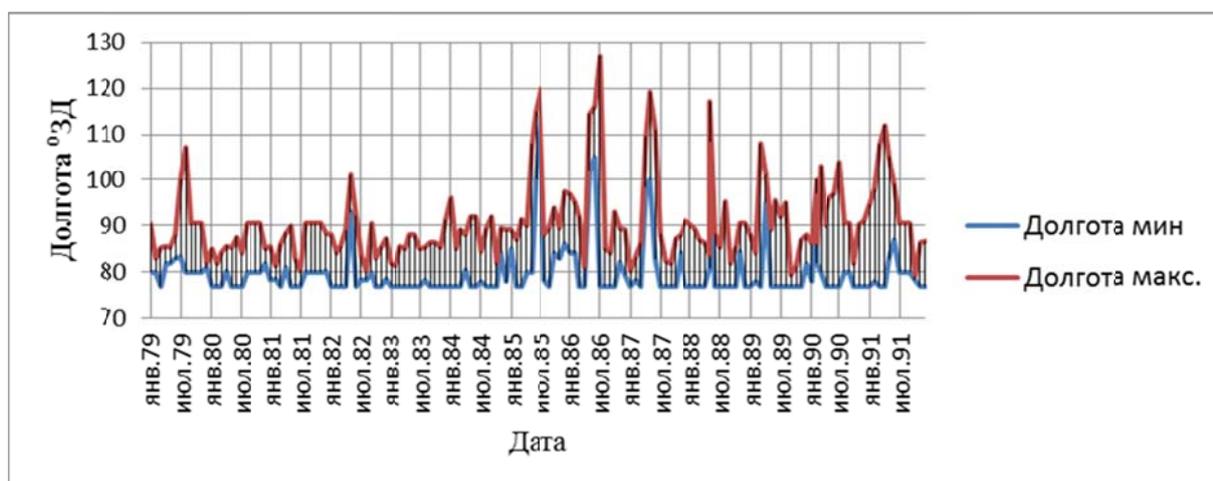


Рисунок 2 - Распределение промысла по долготе янв. 1979 г. – дек. 1991 г.

Эти изменения описываются соответствующими уравнениями регрессии начиная с 1985 г., которую можно описать по формулам.

Для минимальной широты промысла:

$$Y=37,55+0,477*X_1-0,264*X_2+0,768*X_3 \quad (1)$$

где X_1 – первая главная компонента со сдвигом 1 месяц, X_2 – вторая главная компонента со сдвигом 3 месяца, X_3 - третья главная компонента без сдвига. Коэффициент корреляции в данном случае составляет 0,53.

Для максимальной широты промысла:

$$Y=42,54+0,025*X_1-0,07*X_2-1,36*X_3 \quad (2)$$

где X_1 – первая главная компонента со сдвигом 2 месяца, X_2 – вторая главная компонента со сдвигом 4 месяца, X_3 - третья главная компонента со сдвигом 4 месяца. Коэффициент корреляции в данном случае составляет 0,74.

В свою очередь максимальная долгота распределения промысла имеет четко выраженные межсезонные изменения и коэффициент множественной корреляции с главными компонентами составляет 0,612. Сама же изменчивость описывается формулой:

$$Y=93,678+1,48*X_1+1,8*X_2-3,314*X_3, \quad (3)$$

где X_1 – первая главная компонента со сдвигом 1 месяц, X_2 – вторая главная компонента со сдвигом 4 месяца, X_3 - третья главная компонента со сдвигом 4 месяца.

Таким образом, получены прогностические зависимости между параметрами крупномасштабной динамики атмосферы над океаном и положения скоплений ставриды промыслового характера. Это дает возможность прогнозирования перемещений промысловых скоплений с заблаговременностью 3-4 месяца.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Чурин Д.А., Бородин Е.В, Чернышков П.П. Научное обеспечение возобновления российского промысла в Антарктической части Атлантики и южной части Тихого океана//журнал «Рыбное хозяйство», 2014 г.,№5, С. 57-62.

2. Федотов М.С., Чернышков П.П. Влияние океанологических процессов на распределение ставриды в южной части Тихого океана//труды III Балтийский морской форум

«Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов», 2015 г., С. 53-56

3. Climate Data Library// МНИИ/ОЗЛД Библиотека Климатических Данных [Электронный ресурс]. URL: <http://iridl.ldeo.columbia.edu/> (дата обращения: 20.01.2016).

SEASONAL AND INTERANNUAL CHANGES IN THE DISTRIBUTION OF COMMERCIAL CONCENTRATIONS OF JACK MACKAREL IN SOUTH PACIFIC DUE TO THE ATMOSPHERIC PROCESSES

M.S. Fedotov
KSTU

State program of the Russian Federation “Development of the Fisheries Industry in 2013-2020 yy.”, Approved by the Russian Government in 2013, provided for increasing of the annual Russian catch up to 6 million tonnes. Really underutilized resource base is available only in areas of the South Pacific, outside of exceptional economic zones of coastal States, where the fisheries of the former USSR in 1979-1991 yy. stably caught about 1.0 mln. tonnes of jack mackerel. For the effective resumption of Russian fisheries in the South Pacific (SPO) the development of methods for the detection of commercial concentrations in this very extensive area district is requires.

In previous studies there was found that the most dense concentrations of jack mackerel are associated with mesoscale irregularities water dynamics in the upper layer of the ocean in area SPO (mesoscale local eddies and frontal zones). The main factor determining the appearance and movement of these irregularities are large-scale processes in the atmosphere over the ocean.

Thus, the predictive relationship between the parameters of the large-scale dynamics of the atmosphere over the ocean and the position of jack mackerel fishing concentrations is obtained. This makes it possible to predict the movement of commercial concentrations with a lead time of 3-4 months.

УДК 639.211 (265.5)

ДИНАМИКА ВЫХОДА ЯСТЫКОВ ГОРБУШИ ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ

Е.С. Чупикова, Т.А. Саяпина, Е.А. Шевляков*
ФГБНУ «ТИПРО-Центр», *ФГБНУ «КамчатНИРО»

Дальневосточный регион занимает ведущее место по добычи водных биоресурсов страны, а тихоокеанские лососи, основными промысловыми видами среди которых являются горбуша, кета, нерка, кижуч, чавыча, относятся к одним из наиболее массовых объектов промысла. Эффективность промысла тихоокеанских лососей во многом определяется количеством выпущенной икры, являющейся деликатесной дорогостоящей продукцией. С целью рациональной эксплуатации тихоокеанских лососей, прогнозирования экономической эффективности промысла, технологического нормирования лососевых рыб и учёта продукции вопросам установления выхода ястыков тихоокеанских лососей всегда уделялось большое внимание [2, 6]. Кроме того ежегодный мониторинг и определение процента выхода ястыков лососевых рыб позволяет в дальнейшем наиболее точно оценить ущерб от браконьерского промысла этих ценных пород рыб, который, к сожалению, ещё имеет место и осуществляется в основном ради заготовки икры [1].

Известно, что выход ястыков – величина вариабельная, зависящая от многих факторов, и в разные годы он в одном и том же промысловом районе не остается постоянным. В литературе имеются данные по выходу ястыков тихоокеанских лососей, однако они не охватывают все районы промысла или значительно устарели [2]. Несмотря на то, что вылов лососевых рыб осуществляется по всему дальневосточному побережью от Чукотки до Приморья, традиционно важным регионом добычи этого ценного сырья является

Камчатка, дающая 41,4% уловов горбуши, 40,1% уловов кеты, почти 100% уловов нерки и чавычи и 82,2% уловов кижуча [4]. В пределах Камчатского края первое место по массовости занимает горбуша [5], кета традиционно является вторым по промысловой значимости видом среди тихоокеанских лососей, особенно для таких промысловых районов Камчатки как западное побережье (севернее р. Озерная), Петропавловск-Командорская подзона (исключая р. Камчатка) и Карагинская подзона, а в отдельные годы превосходит по численности и биомассе горбушу [7].

В связи с этим целью работы являлось исследование выхода ястыков горбуши как одного из наиболее массовых объектов промысла восточной Камчатки.

Объектом исследований являлась горбуша, выловленная в разных районах на восточном побережье Камчатки. Для анализа динамики выхода ястыков горбуши были использованы данные опытно-контрольных работ, проведенных специалистами ФГБНУ «ТИНРО-Центр», рыбодобывающих и рыбоперерабатывающих предприятий, данные предприятий по фактическому выходу ястыков в разрешённые периоды промысла лососевых с 2001 по 2014 год (n=171), а так же данные, полученные в результате проведения биологических анализов сотрудниками КамчатНИРО. Опытно-контрольные работы осуществляли согласно утвержденным методикам [3]. Фактический выход ястыков определялся на предприятиях по технологическим журналам учёта расхода сырья и выхода готовой продукции как отношение суммарного количества ястыков, полученных при разделке рыбы за период путины, к массе рыбы и выражался в процентах.

Мониторинг выхода ястыков горбуши на рыбоперерабатывающих предприятиях, расположенных на побережье восточной Камчатки, показал, что максимальный выход ястыков горбуши равный $7,3 \pm 1,3$ % наблюдался в 2009 году, минимальный выход составлял $4,1 \pm 0,9$ % в 2001 г., а в среднем за исследуемый период составил $6,3 \pm 1,4$ % (рисунок 1).

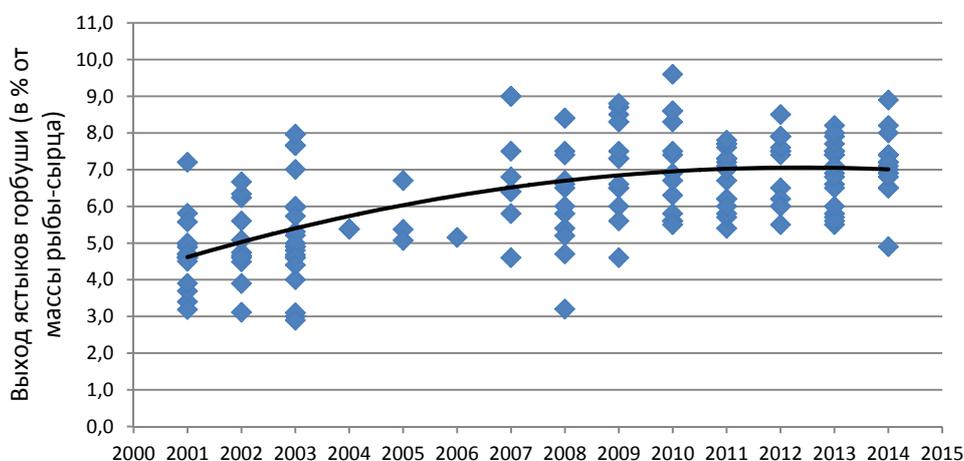


Рисунок 1 - Выход ястыков горбуши восточной Камчатки в период с 2001 по 2014 гг.

В целом за весь период наблюдений отмечено увеличение выхода ястыков, что вероятно связано как с биологическими причинами (стадией зрелости ястыков), так и технологическими (предприятия в последнее время максимально уменьшают потери сырья, сокращая время транспортирования рыбы-сырца с мест лова до мест переработки; используют термоконтейнеры со льдом при транспортировке рыбы; осуществляют разделку рыбы в две стадии – вспарывание брюшка и выемка ястыков, а затем разделка рыбы, что так же приводит к уменьшению потерь сырья).

Однако вклад разных районов в выход ястыков восточного побережья Камчатки неравнозначен. Анализ фактических данных предприятий по выходу ястыков горбуши, добытой в Карагинском районе, и на остальном побережье восточной Камчатки,

свидетельствует о том, что средний выход ястыков горбуши Карагинского района на 1,2% выше, чем в остальных районах (рисунок 2).

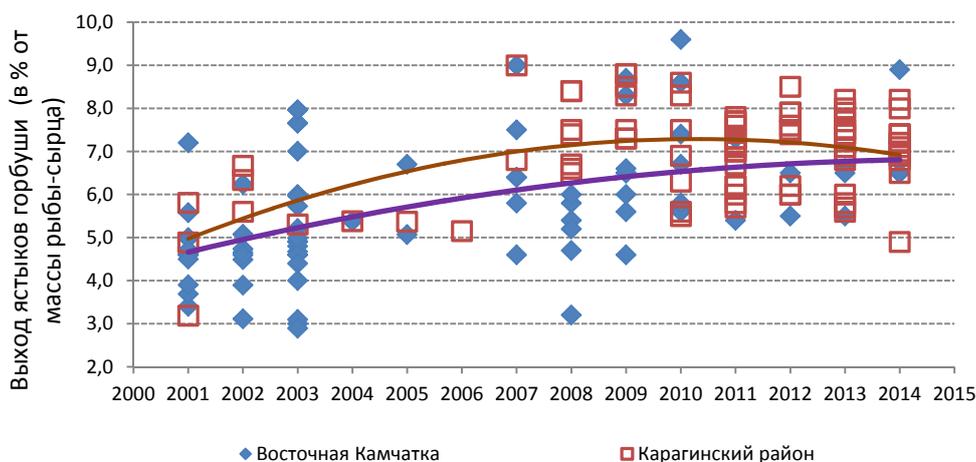


Рисунок 2 - Выход ястыков горбуши Карагинского района и остального побережье восточной Камчатки в период с 2001 по 2014 гг.

Полученные данные согласуется с результатами биологических анализов. В соответствии с которыми, среднее значение выхода ястыков горбуши Восточной Камчатки за период 2003-2014 гг. составляет $5,8\% \pm 1,0\%$, а без Карагинского района оно равно $5,6\% \pm 1,0\%$. В Карагинском районе среднее значение выхода ястыков горбуши составляет $6,2\% \pm 0,9\%$. Средние значения выхода ястыков основных промысловых районов восточного побережья Камчатки представлены на диаграмме (рисунок 3).

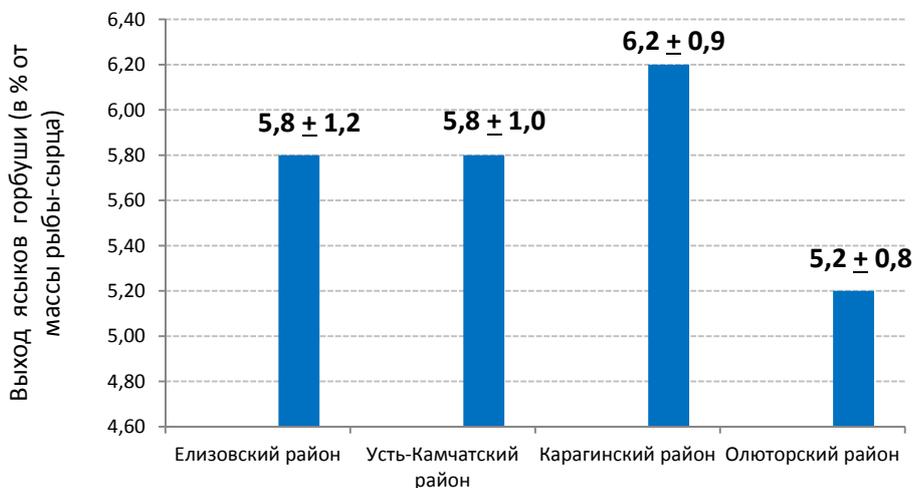


Рисунок 3- Среднее значение выхода ястыков горбуши восточной Камчатки по результатам биологических анализов за период 2003 по 2014 гг.

В результате проведённого мониторинга выхода ястыков горбуши на рыбообрабатывающих предприятиях, ведущих промысел на восточном побережье Камчатки, установлены их средние значения в различные периоды промысла. Полученные данные согласуются с данными биологических съёмки. Данные исследований подтвердили большую изменчивость величины выхода ястыков горбуши и необходимость его ежегодного мониторинга. Полученные результаты легли в основу сборника бассейновых норм, рекомендованных к применению предприятиям различных форм собственности и

контролирующим службам при организации и контроле промысла тихоокеанских лососей, и в дальнейшем будут использованы для его уточнения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Запорожец О.М., Шевляков Е.А., Запорожец Г.В. Динамика численности камчатских лососей с учётом их легального и нелегального изъятия// Известия ТИНРО: сб. науч. тр./ Владивосток, 2008.Т. 153. С. 109-133.
2. Кизеветтер И.В. Технология лососевой и частичковой солёной икры. М.: Пищепромиздат, 1958. 128 с.
3. Методики определения норм расхода сырья при производстве продукции из гидробионтов / ВНИРО [под ред. Е.Н. Харенко]. М.: Изд-во ВНИРО, 2002. 270 с.
4. Синяков С. А. Рыбная промышленность и промысел лососей в сравнении с другими отраслями экономики в регионах Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2006. 64 с.
5. Современное состояние лососевого комплекса реки Большой (западная Камчатка): воспроизводство, промысел, управление/ Шевляков Е. А. [и др.]// Известия ТИНРО: сб. науч. тр./ Владивосток, 2013. Т. 174.С. 3-37.
6. Харенко Е.Н. Анализ методов учета фактических уловов водных биоресурсов// Рыбное хозяйство, 2014. №6. С. 59-61.
7. Шевляков Е.А., Заварина Л.О. Об особенностях динамики численности и методиках прогнозирования запасов кеты *ONCORCHYNCHUS KETA* WALBAUM (SALMONIDAE) Западной Камчатки. Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана// Сб. науч. тр./ КамчатНИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 7. С. 181-186.

EAST KAMCHATKA PINK SALMON ROE PRODUCTION DYNAMICS

E.S. Chupikova Ph.D., T.A. Sayapina, E.A. Shevlyakov Ph.D.,
1Pacific Fisheries Research Center, 2Kamchatka Research Institute of Fisheries and
Oceanography
chupikova@tinro.ru; sayapina@tinro.ru; Shevlyakov.e.a@kamniro.ru.

Abstract

The output of roe from the east Kamchatka pink salmon was analyzed, based on biological data and data collected at fish processing plants.

СЕКЦИЯ «АКВАКУЛЬТУРА»

УДК 639.373.8

О НЕКОТОРЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЯХ ЗРЕЛОЙ ИКРЫ КЕФАЛЕЙ, ПОЛУЧАЕМОЙ ПРИ СТИМУЛИРОВАНИИ СОЗРЕВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РАЗНЫМИ ГОРМОНАЛЬНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ

Л.И. Булли, А.Ф. Булли

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»

При управлении процессами размножения рыб большое значение имеет возможность получения от обработанных гормонами особей полноценной, жизнестойкой молоди, поскольку часто при гипофизации производителей наблюдается различного рода нарушения созревания. В связи с этим большой теоретический интерес и важное практическое значение приобретает оценка качества зрелых половых клеток, полученных в ходе индуцирования созревания морских видов рыб различными гонадотропными препаратами и половыми стероидами.

В задачу настоящей работы входило изучение некоторых морфологических и биохимических показателей овулировавшей и развивающейся икры аборигенного вида кефали сингиля и дальневосточного акклиматизанта пиленгаса, полученной в результате индукции их созревания и нереста разными гормональными препаратами.

Производителей сингиля и пиленгаса отлавливали в период их нерестовых миграций из Азовского в Черное море. Для экспериментов отбирали рыб с близкими размерами желтковых ооцитов, достигших дефинитивных размеров: пиленгаса с ооцитами более 600 мкм, сингиля – более 510 мкм. Для стимулирования созревания производителей использовали ацетонированные гипофизы своего вида, сазана и карпа, а также хориогонический гонадотропин (ХГ) (для сингиля) и нерестин-1 (для пиленгаса) [3]. Рыб содержали в условиях близких к нерестовым.

Для оценки результатов действия различных гонадотропных препаратов определяли размеры овулировавшей икры, ее общий химический состав по методу Фолча в модификации Лапина и Черновой [4], фракционный и жирнокислотный состав общих липидов. Контролем являлись показатели икры, полученной от интактных рыб - отобранных из нерестовых косяков с ооцитами в преовуляционном состоянии и дозревших в искусственных контролируемых условиях. При обработке материала использовали общепринятые методы вариационной статистики [5].

В ходе исследований выявлено, что в отличие от интактных рыб, созревающих в естественных условиях, у особей, инъецированных гормональными препаратами, происходит некоторое снижение сухого вещества в икре и содержания липидов. В большей степени это касается рыб, обработанных ацетонированными гипофизами (АГ) карпа и сазана, в меньшей – инъецированных гипофизами своего вида (таблица 1). Особенно показательны в этом отношении различия в содержании липидов, которые, как известно, выполняют в организме полифункциональную роль – обеспечивают энергией развитие эмбрионов до стадии вылупления и личинок – до перехода на внешнее питание, используются для образования клеточных структур, мембран, а также выполняют гидростатическую роль - определяют плавучесть пелагической икры кефалей. Для многих видов рыб показано, что именно содержание липидов в икре в значительной степени определяет ее качество, жизнеспособность эмбрионов и личинок [8]. В связи с представленными данными можно полагать, что при индукции созревания рыб гипофизами, вероятно, ускоряются некоторые метаболические процессы, что приводит к некоторому снижению биологических показателей икры. Этот эффект выражен тем сильнее, чем дальше гипофизарные гонадотропины донора отстоят в таксономическом отношении от таковых рыб-реципиентов.

Таблица 1 - Показатели икры кефалей, полученной при стимуляции созревания гормональными препаратами (СОВ – содержание сухого обезжиренного вещества)

Гормоны	n	Диаметр ооцита, мкм	Показатели зрелого яйца			
			Диаметр, мкм	Сухая масса, мкг	СОВ, мкг	Содержание липидов, % сух в-в
Сингиль:						
Интактные	11	-	790,0±16,3	41,9±2,1	15,2±0,8	62,7±1,5
АГ сингиля	13	527,7±6,7	781,7±13,1	37,5±1,7	14,1±0,8	58,2±0,4
АГ сазана	6	511,1±5,5	713,8±10,6	35,92±0,7		
АГ карпа	7	517,1±1,8	769,7±13,6	*33,6±2,1	16,3±1,4	*51,0±1,2
Хориогонин	6	507,4±4,1	769,6±8,2	*34,2±2,1	13,8±0,9	57,3±1,8
Пиленгас:						
Интактные	12	-	823,1±14,2	74,8±0,5	29,3±1,2	56,7±0,9
АГ пиленгаса	20	607,7±6,6	815,3±6,9	*65,7±1,8	28,2±2,7	59,0±0,4
АГ сазана	12	627,1±8,6	827,6±10,3	*65,8±1,0	27,2±0,6	*54,0±0,6
Нерестин	2	626,1±1,3	822,2±10,5	*66,0±1,8	27,3±3,3	56,3±2,6

Примечания:
*- достоверно (P>0,95) отличается от значений интактных рыб

Обращает на себя внимание, что АГ карпа оказывает более заметное влияние на ооциты сингиля, чем хориогонический гонадотропин человека – очищенный гонадотропный препарат, свободный от других тропных гормонов. По-видимому, эффект снижения некоторых показателей зрелого яйца при гипофизарной обработке производителей кафалей связан с гипердозами других тропных гормонов, вводимых вместе с гонадотропинами ацетонированного гипофиза карпа (донора). Они могут влиять не только на генеративную функцию, но и на другие органы и ткани-мишени, т.е. оказывать системный эффект. К ним относятся пролактиноподобный гормон, оказывающий влияние на осморегуляцию [10], адренкортикотропный гормон, а также гормоны, вырабатываемые промежуточной долей гипофиза. По-видимому, снижение уровня сухого вещества в зрелой икре пиленгаса, также связано с определенным изменением (или нарушением) метаболических процессов, вызванных введением больших доз других тропных гормонов гипофиза сазана, оказывающих систематический эффект на органы и ткани-мишени [1, 2, 6, 7].

При анализе фракционного состава общих липидов икры установлено, что по сравнению с интактными рыбами в ооцитах особей, обработанных гипофизами, наблюдается достоверное увеличение относительного содержания фосфолипидов и триацилглицеринов при одновременном уменьшении эфиров стероидов и восков. Известно, что фосфолипиды являются одним из основных структурных компонентов тела животных, в первую очередь, их клеточных мембран, тогда как нейтральные липиды: воска и триацилглицерины, – важнейший источник для осуществления метаболических процессов. Успешность эмбрионального развития рыб в значительной степени зависит от содержания в яйце этих пластических и энергетических компонентов. По-видимому, вводимые при гипофизации рыб вместе с гонадотропинами, многочисленные тропные гормоны гипофиза, активизируя работу различных ферментативных систем организма, влияют также на обмен липидов, в частности, на синтез восков, завершение которого у кефалей происходит на последних этапах созревания яйцеклетки [9].

Существенные перестройки наблюдались и в составе жирных кислот. В ходе исследований было выявлено, что в икре сингиля и пиленгаса, полученной при использовании гипофизарных гормонов (по сравнению с икрой интактных рыб), отмечалось снижение суммы насыщенных жирных кислот. При этом сумма жирных кислот ω 3 увеличивалась у сингиля, в среднем, с 31 до 38,1 %, у пиленгаса - с 6,2 до 9,1 %, тогда как сумма кислот ω 6 практически оставалось на одном уровне: 7,9-7,7 и 32,6 – 33,1 %, соответственно. Как известно, высоконенасыщенные жирные кислоты ω 3 играют важную роль в метаболизме эмбрионов и ранних личинок морских рыб [8]. Увеличение содержания

этих веществ в овулировавшей икре, способствует повышению жизнеспособности эмбрионов и личинок, их устойчивости к неблагоприятным факторам среды.

В ходе многолетних работ по искусственному воспроизводству кефалей Азово-Черноморского бассейна, существенных различий в качестве потомства интактных рыб и обработанных гормональными препаратами, не выявлено. Все же, в наших опытах отмечалось некоторое снижение процента развития икры, полученной при использовании для индукции нереста рыб гипофизарных препаратов.

При этом икра, полученная при использовании нерестина, имела самый высокий процент оплодотворения. Несмотря на то, что результаты по использованию этого препарата предварительные, вероятно, его можно считать одним из перспективных в кефалеводстве.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о том, что обработка производителей кефалей экзогенными гонадотропинами влечет за собой некоторые изменения морфологических и физиолого-биохимических показателей овулировавшей икры (роль которых еще требует уточнения). Поэтому при проведении работ по искусственному воспроизводству необходимо учитывать, что использование гормональных препаратов, особенно гипофизов от рыб – доноров, далеких в систематическом отношении, может приводить к снижению некоторых морфофизиологических показателей зрелых яиц кефалей, что может отражаться на оплодотворяемости икры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алешин Б.В. Гистофизиология гипоталамо-гипофизарной системы. М.: Медицина, 1971. 440 с.
2. Баранникова И.Ф. Функциональные основы миграции рыб. Л., Наука, 1975. 210 с.
3. Куликова Н.И., Шекк П.В. Биотехника искусственного воспроизводства кефалей (лобана, сингиля, пиленгаса) с описанием схемы типового рыбопитомника. Керчь: ЮгНИРО, 1996. 27 с.
4. Лапин В.И., Чернова Е.Г. О методике экстракции жира из сырых тканей рыб // Вопросы ихтиологии. 1970. Т. 10. Вып. 4. С. 753–756.
5. Розен В.В. Основы эндокринологии. М.: Высшая школа, 1980. 344 с.
6. Роуз С. Химия жизни. М.: Мир, 1989. 303 с.
7. Шатуновский М.И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб. М., Наука, 1980. 283 с.
8. Kayama M., Horii I., Ikeda Y. Studies on Fish Roe Lipids, especially on Mullet Roe Wax Esters. Yukagaku, J.Jap. Oil Chem. Soc., 1974. V 23. № 5. P. 290-295.
9. Olivereau V. Cytologie adenohipophysaire chez les Agnathes les poissons et Amphybiens. Biol. Med., 1966. № 51. PP. 172-179.

ABOUT SOME MORPHOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF GREY MULLET'S FULL ROE OBTAINED BY STIMULATION OF FISH MATURATION USING DIFFERENT HORMONAL AGENTS

Bully L.I., Bully A.F

It has been shown that fish treatment with exogenous gonadotropins affects the quality of mature eggs. To a large extent it shows itself in the maturing induction of grey mullets using donor's hypophysis, significantly separated in phylogenetic aspect.

ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ ПЕСЧАНОЙ РАКУШКИ МИИ (*MYA ARENARIA* L.), ИНТРОДУЦИРОВАННОЙ В ЧЁРНОЕ МОРЕ

А.М. Жаворонкова, О.Д. Жаворонкова, Н.В. Чибич
ФБГОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»,
Россия, г. Керчь

Песчаная ракушка – мия (*Mya arenaria*, L., 1758) является одним из видов двустворчатых моллюсков, широко распространенных в литоральной зоне Атлантического и Тихого океанов [3, 5, 6]. В результате аутоакклиматизации этот вид был впервые обнаружен в северо-западной части Черного моря, затем у побережья Крыма, после чего проник в Азовское море [3].

Этот моллюск является типичным представителем инфауны и большую часть жизни проводит в грунте, на глубину до 30-40 см. Вода поступает в животное через сифон, состоящего из двух сросшихся между собой трубок, отходящих от заднего конца раковины. Благодаря этому органу моллюски поддерживает связь с окружающей средой и осуществляют все основные физиологические функции – питание, дыхание, рост и выделение [4, 6].

В связи с тем, что этот вид может представлять определённый интерес для марикультуры [3, 5], в задачу настоящей работы входило изучение интенсивности дыхания мии в зависимости от сухой массы тела и разной температуре воды.

Работы по дыханию моллюсков проводили на э/базе КГМТУ в Керченском проливе в 2013 - 2014 гг. Материалом для исследования служили разноразмерные особи, длиной 18 - 80 мм и живой массой (со створкой) 0,25 - 78,9 г. Опыты проводили при температуре и солёности, соответствующие естественной среде обитания. Температура воды в опытах составляла 8, 16, и 26 °С, солёность – от 13,0- 13,4 ‰.

Изучение скорости потребления кислорода особями проводили методом замкнутых сосудов. Перед опытом животных в течение 2 суток выдерживали в лотке с проточной водой, затем переносили в респирометры с профильтрованной морской водой. После того как моллюски открывали створки и начинали фильтровать воду, зондом брали пробу для определения начального содержания кислорода в воде.

Затем респирометры закрывали и экспонировали в течение 3 - 4 часов. Во время опыта вода в респирометрах перемешивалась с помощью магнитной мешалки. Количество потребленного кислорода моллюсками определяли йодометрическим методом Винклера. Во время проведения исследований учитывали скорость потребления кислорода в контрольных сосудах (без животных), за тот же отрезок времени. Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью компьютерной программы «Statistica» и электронных таблиц «Excel».

Изучение скорости потребления кислорода (СПК) моллюсками в зависимости от общей массы тела в Керченском проливе показало, что, как и других видов двустворчатых моллюсков [1, 8, 10] эти показатели тесно связаны между собой и хорошо аппроксимируется степенной функцией:

$$R = m \cdot W^n \quad (1)$$

где R – скорость потребления кислорода (мл O₂·час⁻¹·экз.⁻¹), W – сухая масса тела (г).

В двойной логарифмической системе координат зависимость скорости дыхания от массы тела при 8 °С в численном виде описывается уравнением (рисунок 1):

$$R = 0,267 \cdot W^{0,658 \pm 0,038}, \quad n = 17, \quad r^2 = 0,804 \quad (1)$$

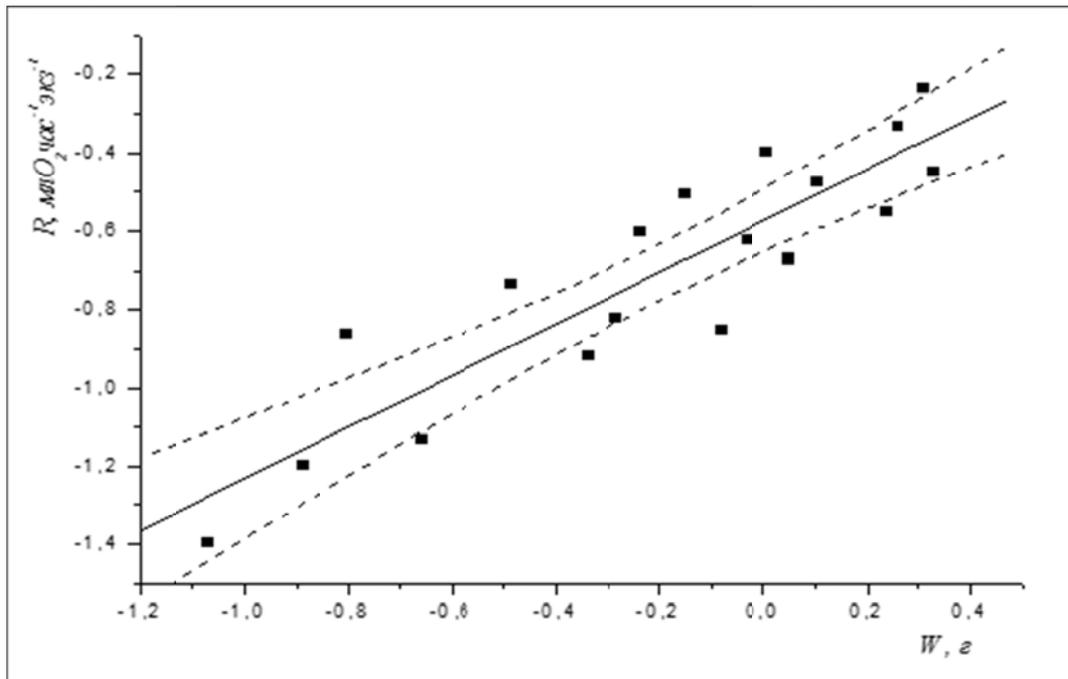


Рисунок 1 - Зависимость скорости дыхания (R) от сухой массы мягких тканей (W) мии (T = 8 °C, S = 13,1 ‰); штриховые линии - 95% доверительный интервал

Как известно, одним из наиболее важных экологических факторов, влияющим на скорость протекания физиологических функций в организме животных, является температура воды, нами исследована изменение скорости потребления кислорода мии при разной температуре воды (таблица 1).

Таблица 1 - Параметры уравнения связи между скоростью потребления кислорода мии (R, мл O₂·ч⁻¹·экз.⁻¹) с сухой массой тела (W, г) (S = 13,0–13,4 ‰)

Период работ, (T, °C)	N	W	m	S _m	n	S _n	r ²
октябрь (8)	17	0,025 - 1,23	0,267	0,038	0,658	0,0813	0,804
май (16)	20	0,097 - 2,24	0,452	0,026	0,771	0,0660	0,859
июль (26)	24	0,336 - 3,936	0,567	0,034	0,708	0,0804	0,793

Примечания:

- 1 *N – число особей в опыте,
- 2 m и n - параметры уравнения,
- 3 S_m - стандартная ошибка m,
- 4 S_n - стандартные ошибка n,
- 5 r² - коэффициент детерминации.

Представляло интерес сравнить полученные данные с имеющимися в литературе. К сожалению, имеющиеся материалы по дыханию мии весьма неоднозначны, что обусловлено биоэкологическими особенностями этого вида - хорошо развитым как аэробным, так и анаэробным дыханием мии.

В частности, материалы Т.Ф. Педерсена [9] свидетельствуют, что скорость дыхания моллюсков этого вида широко варьирует в пределах 1 - 8 мкмоль O₂·ч⁻¹·г⁻¹ до 23 - 28, достигая 32-124 мкмоль O₂·ч⁻¹·г⁻¹ в зависимости от того, в каком участке происходило измерение дыхания моллюск – в литорали или сублиторали (1 мкмоль O₂ = 0,022 мл O₂).

Следовательно, интенсивность дыхания моллюсков варьировала в пределах 0,022 до 2,73 мл O_2 . Но, учитывая тот факт, что в основном скорость дыхания не превышает 22-34 мкмоль O_2 (0,484 – 0,748 мл $O_2 \cdot ч^{-1}$), что вполне сопоставимо с нашими данными. Можно также отметить материалы Лу и Розенберга [8], которые отметили, что интенсивность дыхания мии достигает 0,672 мл $O_2 \cdot г^{-1} \cdot ч^{-1}$, что также довольно близко с нашими материалами.

В целом, вопрос о механизмах и скорости потребления кислорода этого вида моллюсков ввиду его важности нуждается в дальнейшем исследовании.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. Л.: Наука, 1981. 256 с.
2. Бешевли Л. Е., Колягин В.А. О находке моллюска *Mya arenaria* в северо-западной части Черного моря // Вест. зоол. 1967. Т. 3. С. 82-84.
3. Губанов Е.П. Гетманенко Мия Азовского моря: экологические аспекты и промысловое значение // Рыбн. хоз-во Украины. 2007. № 5. С. 16-19.
4. Савчук М.Я. Распространение и некоторые особенности биологии двухстворчатого моллюска *Mya arenaria* L. на прибрежном мелководье северо-западной части Чёрного моря и в лиманах // Биология моря. 1976. № 6. С. 40-46.
5. Савчук М.Я. *Mya arenaria* L. - новый элемент в фауне Азовского моря // Вест. зоол. 1980. № 5. С. 11-15.
6. Abraham, B.J., Dillon P. L. Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (mid-Atlantic)--softshell clam // U. S. Fish Wild. Serv. Biol. Rep. 1986. V. 82. 18 p.
7. Lewis D. E., Cerrato R. M. Growth uncoupling and the relationship between shell growth and metabolism in the soft shell clam *Mya arenaria* // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1997. Vol. 158. P. 177-189.
8. Loo L.-O. Production and energy budget in marine suspension feeding populations: *Mytilus edulis*, *Cerastoderma edule*, *Mya arenaria* and *Amphiura filiformis* // Sea Res. 1996. Vol. 35. P. 199-207.
9. Pedersen, T.F. Temporal variations in heat dissipation and oxygen uptake of the soft shell clam *Mya arenaria* L. (*Bivalvia*) // Ophelia. 1992. Vol. 36, № 3. P. 203-216.
10. Strasser, M. *Mya arenaria* – an ancient invader of the North Sea coast // Helgolän. Meeresuntersuch. 1999. Vol. 52. P. 309-324.

RATE OF OXYGEN UPTAKE OF THE SOFT SHELL CLAM *MYA ARENARIA* L. INTRODUCED INTO THE BLACK SEA

Zhavoronkova A.M., Zhavoronkova O.D., Chibich N.V.

Investigated the rate of oxygen uptake and relation of the rate of respiration on temperature and season of the soft shell clam (*Mya arenaria* L.) acclimatized in the Black Sea.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ПЛОСКОЙ УСТРИЦЫ (*OSTREA EDULIS* L.) В ОНТОГЕНЕЗЕ

А.П. Золотницкий, М.С. Пятницкая
 ФБГОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»,
 Россия, г. Керчь

Плоская (европейская) устрица - *Ostrea edulis* L. является одним из наиболее ценных объектов мировой марикультуры [5, 6, 9]. До 50-х гг. XX-го века этот вид был широко распространён у побережья Европы, однако в последние десятилетия произошло резкое снижение численности и ареала естественных поселений плоской устрицы, в связи с чем и возникла необходимость искусственного воспроизводства устриц [4, 6, 8], которое возможно лишь на основе детальных исследований адаптаций этого вида.

Одним из важнейших вопросов экологической физиологии этого вида определение величины энергетического баланса и суточных рационов особей на разных стадиях онтогенеза, что в значительной степени связано с оптимизацией процесса культивирования моллюсков. В связи с этим в задачу настоящей работы входило оценка величины энергетического бюджета этого вида.

Энергетический баланс особи определяли на основе общеизвестного уравнения [1, 10]:

$$C = P + Q + F,$$

где C - энергия потребленной пищи (рацион), P - энергия индивидуальной продукции; Q - траты на энергетический обмен; F - энергия неусвоенной пищи. Траты на энергетический обмен находили из уравнений, связывающих скорость потребления кислорода с массой тела при разных температурах [4]. Для оценки величины индивидуальной продукции (P) использовали данные по росту устрицы [7]. Энергетический эквивалент органического вещества раковины находили по данным Родхауза [10], калорийность мягких тканей моллюсков по материалам С.А. Горомосовой [2]. Усвояемость (U) пищи моллюсков была принята равной 0,7 [10]. При анализе полученных данных нами также было принято, что генеративная продукция входит составной частью в индивидуальную продукцию особи.

Анализ динамики отдельных составляющих энергетического бюджета устрицы в процессе трехлетнего выращивания показал, что их изменения происходят в соответствии с общими закономерностями, установленными для этого вида и других видов двустворчатых моллюсков [1, 10]. Обнаружено, что энергетические траты на рост у плоской устрицы в зависимости от сухой массы тела характеризуется куполообразной кривой, которую можно описать полиномом 2-й степени.

$$P = -0,17 \cdot W^2 + 5,48 \cdot W - 8,28, \quad r = 0,84 \quad (1)$$

Динамика энергетических трат на метаболические процессы имела несколько иную траекторию. В онтогенезе, с возрастом и увеличением массы тела, происходило устойчивое возрастание трат на энергетический обмен (Q , дж·экз⁻¹·сут⁻¹). У сеголетков устриц ее максимальное значение составляло 31,4 дж·экз⁻¹·сут⁻¹. У годовиков их значение возросло до 131,6 дж·экз⁻¹·сут⁻¹, а у особей в возрасте 2 года они достигли уже 210 дж·экз⁻¹·сут⁻¹.

Таким образом, зависимость Q от сухой массы тела имела следующий вид:

$$Q = 201,4 \cdot W^{0,72}, \quad n = 24, \quad r = 0,88 \quad (2)$$

Поскольку значение ассимилированной пищи (A) является функцией энергии прироста и трат на обмен ($A = P + Q$), то в процессе онтогенеза величина ассимилированной пищи в целом имела сходную тенденцию с динамикой трат на обменные процессы. Отличие в основном касалось коэффициента регрессии, который ввиду траектории полинома, имел более пологий тангенс угла наклона.

В численном виде связь скорости ассимиляции пищи с сухой массой тела устриц

описывалась уравнением:

$$A = 219,7 \cdot W^{0,61}, r = 0,79 \quad (3)$$

Таким образом, коэффициенты регрессии в уравнении (3) заметно ниже, чем в уравнении (2). В тоже время при изменении температуры воды на отдельных участках кривой изменения величины ассимилированной пищи, наблюдаются периоды заметного падения и последующего возрастания значений этих показателей. В целом аналогичная динамика элементов энергетического бюджета наблюдалась у плоской устрицы и другими авторами [9, 10].

Величина рациона (C , дж·сут⁻¹) находится из уравнения: $C = A \cdot U^1$, где U - усвояемость пищи. По имеющимся данным усвояемость пищи плоской устрицы близка к 0,7 [9]. Принимая это значение можно рассчитать величину рациона на разных стадиях онтогенеза по формуле: $C = 1,43 \cdot A$. Таким образом, с возрастанием массы тела скорость потребления пищи (C – рацион) характеризовался достаточно хорошо выраженным положительным трендом, которую можно выразить уравнением:

$$C = 314,1 \cdot W^{0,61}, n = 24, r = 0,79 \quad (4)$$

Вместе с тем это уравнение характеризует лишь некоторую общую тенденцию изменения суточного потребления пищи устриц. Поскольку величина рациона в определяющей степени зависит от массы тела и температуры воды, то нами предложена несколько новая модель, определяющая его величину. Эту связь мы попытались описать уравнением множественной регрессии, т.е. значение величины суточного рациона можно представить в виде функции массы тела и температуры воды. В численном виде это уравнение выглядит следующим образом (рисунок 1):

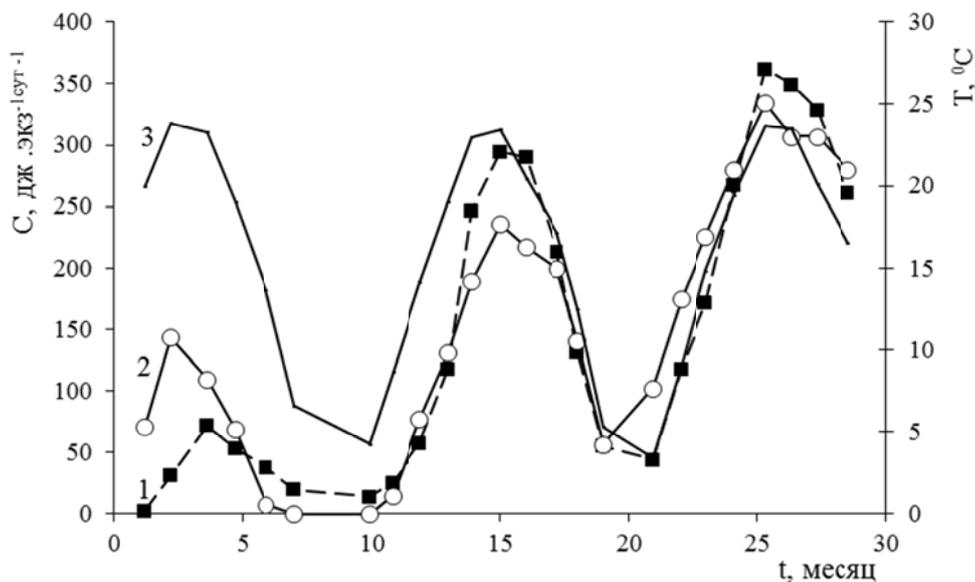


Рисунок 1 - Динамика значений суточных рационов (C) плоской устрицы в ходе 3-летнего выращивания. 1 – эмпирическая кривая; 2 – теоретическая кривая по уравнению (5)

$$C = -120,77 + 9,28 \cdot W + 10,36 \cdot T, RQ = 0,828 \quad (5)$$

где RQ – объединённый коэффициент корреляции. Приведенное уравнение достаточно хорошо передает изменения суточного рациона ($RQ = 0,828$) и может быть использовано для оценки величины суточного рациона.

Таким образом, проведенные исследования позволили количественно охарактеризовать основных элементов энергетического бюджета плоской устрицы в онтогенезе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. Л.: Наука, 1981. 248 с.
2. Горомосова С. А. Сезонные изменения химического состава черноморской устрицы // Гидробиол. ж-л. 1968. Т. 4, № 3. С. 74-76.
3. Золотницкий А. П., Орленко А. Н., Крючков В. Г., Н. А. Сытник. К вопросу организации крупномасштабного культивирования устриц в озере Донузлав // Труды ЮгНИРО. 2008. Т. 46. С. 48-54.
4. Золотницкий А. П., Сытник Н. А. Интенсивность дыхания черноморской устрицы (*Ostrea edulis* L.) // Рыбн. хоз-во Украины. 2007. № 5 (52). С. 20-24.
5. Кракатица Т.Ф. Биология черноморской устрицы в связи с вопросами ее воспроизводства. - Биологические основы морской аквакультуры. Севастополь, 1976. - В. 2. 79 с.
6. Монин В.Л. Биологические основы разведения черноморской устрицы *Ostrea edulis* L.: автореф. дисс... канд. биол. наук. Севастополь, 1990. 24 с.
7. Сытник Н. А., Красноштан С.В. Особенности линейного и весового роста устрицы *Ostrea edulis* L. в озере Донузлав // Рыбн. хоз-во Украины. 2008. № 6. С. 44-48.
8. Report of the Working Group on Marine Shellfish Culture. - International Council for the Exploration of the Sea. - La Rochelle, France. 2005. 74 p.
9. Rodhouse P. G. Energy transformations by the oyster *Ostrea edulis* L. in a temperature estuary // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1978. V. 34, № 1. P. 1-22.
10. Beiras R., Pérez A. Camacho and M. Albentosa. Short-term and long-term alterations in the energy budget of young oyster *Ostrea edulis* L. in response to temperature change // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1995. V. 186, № 2. P. 221-236.

THE ENERGY BUDGET AND DAILY RATIONS OF A FLAT OYSTER (*OSTREA EDULIS* L.)

Zolotnitsky A.P., Pyatnitskay M.S.

The energy budget and daily rations of a flat oyster in an ontogenesis is investigated. The general tendencies of changes of energy expenditure for growth, the energy exchange, the assimilated and consumed nutriment are revealed.

УДК 594.124:591. (262.5)

ИНТЕНСИВНОСТЬ ФИЛЬТРАЦИИ ЧЕРНОМОРСКОЙ МИДИИ (*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*, LAMARCK, 1819)

А.П. Золотницкий, д.б.н., профессор, зав. кафедрой
М.Э. Шахназарян, магистрант
ФБГОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»,
г. Керчь, Россия

Мидии (Mytilidae, Bivalvia) являются одним из наиболее широко распространенных семейств двустворчатых моллюсков, являющихся важным объектом промысла и морской аквакультуры [3, 5, 11]. В связи с этим, для расширенного воспроизводства различных видов моллюсков большое значение приобретают эколого-физиологические исследования различных сторон их жизнедеятельности. Важнейшей характеристикой физиологических процессов, протекающих в морских организмах, является оценка скорости потребленной и усвоенной (ассимилированной) пищи.

В задачу настоящей работы входило выявление некоторых количественных закономерностей фильтрационного питания черноморской (средиземноморской) мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) в зависимости от массы тела и температуры воды.

Работу проводили в Керченском проливе в 2011 - 2013 гг. После сбора проб мидий содержали в течение суток в аквариумах с целью освобождения их желудочно-кишечного тракта от содержимого. Изучение фильтрационной активности моллюсков проводили непрямым методом по разнице концентрации (K , $\text{мг} \cdot \text{л}^{-1}$) одноклеточной водоросли *Nitzschia* sp. в начале и конце опыта. Опыты проводили в сосудах, объемом 3-15 л, в зависимости от размера и числа особей в опыте. Для расчета скоростей фильтрации моллюсков предварительно были проведены 3 - 4-часовые опыты по интенсивности потребления водорослей моллюсками. Скорость фильтрации мидий определяли по формуле Голда [1, 4]:

$$F = \frac{\ln K_0 - \ln K_t}{n \cdot t} \cdot V$$

где F – скорость фильтрации ($\text{л} \cdot \text{час}^{-1} \cdot \text{экз}^{-1}$), V – объем сосуда n – число моллюсков, t – продолжительность опыта (час). Для статистического анализа полученных данных использовали результаты опытов, где концентрация водорослей уменьшилась не более чем на 20 % от исходной плотности взвеси. Во время проведения 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.

Исследования показали, что у мидий, как и у других видов моллюсков, скорость фильтрации тесно связана с массой тела и описывается степенной функцией:

$$F = a \cdot W^b,$$

где F – скорость фильтрации ($\text{л} \cdot \text{час}^{-1} \cdot \text{экз}^{-1}$), W – сухая масса тела моллюска (г). a – коэффициент пропорциональности, указывающий скорость фильтрации на 1 г массы тела, b – коэффициент регрессии, характеризующий скорость изменения фильтрационной активности в зависимости от массы тела.

В двойной логарифмической системе координат зависимость скорости фильтрации от массы тела при 12°C в численном виде описывается уравнением (рисунок 1):

$$F = 2,46 \cdot W^{0,53 \pm 0,053}, n = 22, R^2 = 0,836 \quad (1).$$

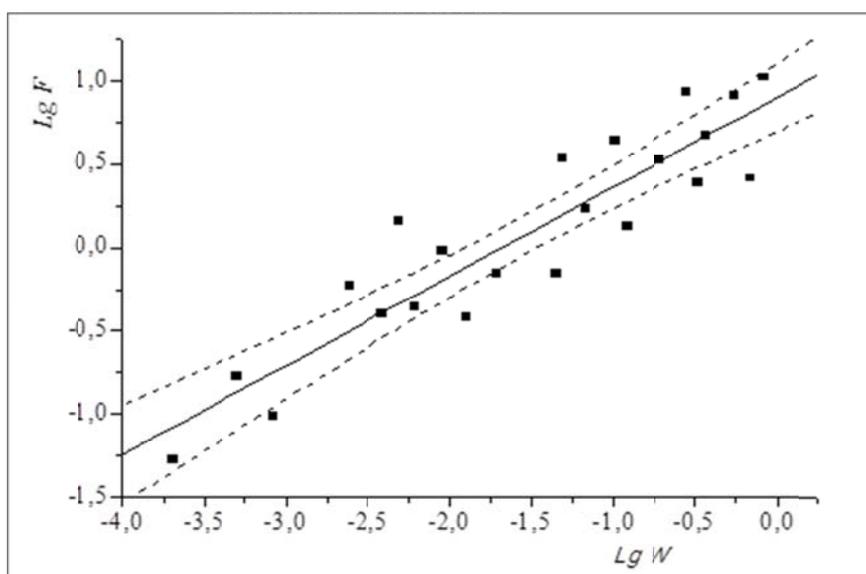


Рисунок 1 - Зависимость скорости фильтрации (F) от сухой массы мягких тканей мидии ($T = 12^\circ\text{C}$, $S = 15,3\%$); штриховые линии - 95% доверительный интервал.

Поскольку температура воды является одним из важнейших показателей, используемых для количественной оценки биологического продуцирования, нами была исследована скорости фильтрации мидий в разные сезоны года (таблица 1).

Таблица 1 - Параметры уравнения связи между скоростью фильтрации (F , л·час⁻¹·экз.⁻¹) с сухой массой тела (W , г) ($S = 13,8-14,9$ ‰) в разные сезоны года*

Период работ, (Т, °С)	N	W	a	S_a	b	S_b	R^2
декабрь (5)	21	0,025-1,23	1,41	0,314	0,495	0,057	0,788
апрель (12)	23	0,027-0,97	2,46	0,188	0,523	0,053	0,849
июнь (18)	19	0,035-1,61	3,91	0,210	0,624	0,061	0,813
август (23)	20	0,016-1,81	1,98	0,274	0,541	0,057	0,781

Примечания:
 1 *N – число особей в опыте,
 2 a и b - параметры уравнения,
 3 S_a - стандартная ошибка a ,
 4 S_b - стандартная ошибка b ,
 5 R^2 - коэффициент детерминации.

Как видно из таблицы, при сравнительно небольшом варьировании коэффициента регрессии (b) наименьшая скорость фильтрации наблюдалась при температуре 5 °С – коэффициент пропорциональности составлял 1,41 л·час⁻¹·г.⁻¹. С возрастанием температуры фильтрационная активность моллюсков возрастала, достигая максимума при 18 °С - 3,91 л·час⁻¹·г.⁻¹. Последующее повышение температуры до 23 °С привело к снижению интенсивности фильтрации - 1,98 л·час⁻¹·экз.⁻¹. Таким образом, оптимум жизнедеятельности черноморской мидии варьирует в пределах температуры воды 18 – 23 °С, и, по-видимому, близок к 20 °С. Полученные материалы достаточно близки к ранее полученным данным отечественных [3, 5] и зарубежных авторов [7 - 10].

На основе данных по фильтрационной активности и концентрации пищи можно рассчитать величины суточных рационов черноморской мидии в онтогенезе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. Л.: Наука, 1981. 248 с.
2. Алимов А.Ф. Продукционная гидробиология. СПб: Наука. 2013. 353 с.
3. Биоэнергетика гидробионтов / Шульман Г.Е., Финенко Г.А., Аннинский Б.Е. и др. – Киев: Наукова думка, 1990. - 246 с.
4. Методы изучения двустворчатых моллюсков.- Л.: Тр. Зоол. ин-та АН СССР. 1990. Т. 219. 208 с.
5. Морская аквакультура. /Авт. Моисеев П.А., Карпевич А.Ф., Романычева О.Д., Блинова Е.И., Сальников Н.Е. - М.: Агропромиздат. 1985. 253 с.
6. Цихон-Луконина Е.Н. Трофология водных моллюсков. М.: Наука. 1987. 143 с.
7. Irisarri, J., Fernández-Reiriz, M.J., Cranford, P.J., Labarta, U. Effects of seasonal variations in phytoplankton on the bioenergetic responses of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) held on a raft in the proximity of red sea bream (*Pagellus bogaraveo*) net-pens // Aquaculture. 2014. V. 428. P. 41-53.

8. Marine mussels: their ecology and physiology. Ed. B. L. Bayne. - Camb. Univer. Press. – London - New-York - Melburne. 1976. 506 p.
9. Navarro E, Iglesias J.I.P., Perez-Camacho A., Labarta U. The effect of diets of phytoplankton and suspended bottom material on feeding and absorption of raft mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1996. V. 195. № 8. P. 175-189.
10. Pascoe P. L., Parry H. E., A., J. S. Hawkins. Observations on the measurement and interpretation of clearance rate variations in suspension-feeding bivalve shellfish // Aquat. Biol. 2009. V. 6. P. 181–190.
11. Report of the Working Group on Marine Shellfish Culture. - International Council for the Exploration of the Sea. - La Rochelle, France. 2005. 74 p.

INTENSITY FILTRATION BLACK SEA MUSSEL (*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*, LAMARCK, 1819)

A.P. Zolotnitsky, M.E. Shachnazaryan

We studied the intensity of filtration of the Black Sea mussels. The quantitative characteristics related to seasonal changes in the filtration activity shellfish, depending on body weight and temperature of the water.

УДК 639.55.043.2

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННЫХ КОРМОВ ДЛЯ МОЛОДИ ТРЕПАНГА

И.А. Кадникова, А.М. Рогов, Н.Д. Мокрецова, Н.М. Аминина, В.Д. Дзизюров
Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный-Центр
(ФГБНУ «ТИНРО-Центр»)
г. Владивосток, Россия, e-mail: kadnikova@tinro.ru

В рамках реализации отраслевой программы «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015-2020 годы» одной из основных задач, стоящих перед рыбной отраслью является разработка технологий отечественных кормов для выращивания ценных гидробионтов.

Морские водоросли имеют фундаментальное значение как источник пищи почти для всех водных организмов, включая рыбу, беспозвоночные, моллюски. Питательная ценность водорослей неоднозначна [Кадникова и др., 2015]. Из литературы известно, что в странах АТР для кормления молоди трепанга используют саргассум [Liu, 2010]. Однако водоросли рода саргассум в России относят к потенциально промысловым.

Для решения проблемы обеспечения кормами марикультурных хозяйств Дальнего Востока необходимо использовать водоросли, имеющие промысловые запасы в Приморье, на Сахалине, Курилах. Наибольший интерес в качестве основы для корма имеют представители бурых и красных водорослей и морских трав [Состояние промысловых ресурсов..., 2014].

В качестве объектов исследований использовали 2 вида промысловых бурых водорослей - сахарина (ламинария) японская (*Saccharina japonica*) и цистозира толстоногая (*Cystoseira crassipes*), красная водоросль анфельция тобучинская, один промысловый вид морской травы – зостера морская (*Zostera marina*), а также саргассум бледный (*Sargassum palidum*).

Сравнительный анализ показал, что среди представителей бурых водорослей саргассум отличается максимальным содержанием минеральных веществ, небелкового азота, белка и легкогидролизуемых полисахаридов, сахарина - максимальным содержанием

альгиновой кислоты, а цистозира - фукоидана. В зоостере обнаружено самое высокое содержание белка, клетчатки и минимальное содержание легкогидролизуемых полисахаридов. Анфельция по содержанию белка, клетчатки и минеральных веществ наиболее близка к зоостере.

Исследуемые виды водорослей вводили в рецептуру продукционного комбинированного корма, разработанного лабораторией воспроизводства беспозвоночных. Полученные комбикорма значительно отличаются между собой содержанием минеральных веществ, белка, полисахаридов в соответствии с составом введенных водорослей.

Биологические испытания комбикормов на основе натуральных водорослей проходили в сентябре 2015 на базе НПЦ «Заповедное» продолжительностью до 17 дней. Эффективность использования разных видов водорослей в составе комбикормов оценивали по приросту молоди трепанга.

Исследования показали, что эффективность комбикормов зависит от вида и состава используемого в них морского растительного сырья. Различия в химическом составе комбикормов приводят к колебаниям прироста массы трепанга. Кормление трепанга исследуемыми комбикормами обеспечивало прирост массы тела особей на уровне контроля. Лучшие показатели были получены при использовании саргассума и зоостеры. Учитывая доступность этого ресурса, была разработана технология комбикорма на основе зоостеры.

Технологический процесс изготовления комбикорма состоит из следующих операций: предварительная подготовка компонентов, сушка, измельчение, просеивание, составление смеси, смешивание, измельчение на аппаратах тонкого помола, упаковывание, маркирование. Проведенные исследования нашли свое отражение в разработке НД на комбикорм на основе зоостеры для кормления молоди трепанга весом одной особи от 50-60 мг до достижения ею жизнестойкой стадии с весом 300 мг и более. Разработанная технология планируется к внедрению на марикультурном участке бух. Воевода (о. Русский) на базе ОАО «Дальстам».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кадникова И.А. Применение разных видов водорослей в составе кормов для молоди трепанга / И.А. Кадникова, Н.М. Аминина, Н.Д. Мокрецова, А.М. Рогов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия рыбное хозяйство. - 2015. № 4. С. 62-67.

2. Состояние промысловых ресурсов. Прогноз общего вылова гидробионтов по Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну на 2014 г. (краткая версия) / ТИПРО-Центр. Владивосток, 2014. 354 с.

3. Liu Y. The effect of different macroalgae on the growth of sea cucumbers (*Apostichopus japonicus* Selenka) / Y. Liu, S. Dong, X. Tian, F. Wang, Q. Gao // Aquaculture Research. 2010. V. 41. P. 881-885.

DEVELOPMENT OF THE COMBINED FEEDS (MIXED FODDER) TECHNOLOGY FOR THE SEA CUCUMBER JUVENILES

I.A. Kadnikova, A.A. Rogov, N.D. Mokretsova, N.M. Aminina, V.D. Dzizyurov

The efficiency of the experimental feeds using a variety types of algae and sea grass is shown. The mixed fodder technology based on the *Zostera marina* for feeding of the sea cucumber juveniles cultivated in artificial conditions is developed.

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИНКУБИРОВАНИЯ ИКРЫ И ПОДРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ
ОСЕТРОВЫХ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Г.В. Козлова, преподаватель.

Р.А. Алхасов, магистрант.

Керченский Государственный Морской Технологический Университет ФГБОУ ВО
«КГМТУ»

г. Керчь, Россия, kozlovagv66@gmail.com

Традиционная биотехнология воспроизводства осетровых уже не в полной мере стала отвечать современным требованиям пополнения запасов этих видов рыб. Естественно, что значительные резервы в повышении количественных и качественных показателей рыбопосадочного материала кроются в снижении потерь на всех этапах биотехнического процесса.

На фоне сокращения нерестовых популяций и в связи с прогрессирующим дефицитом производителей осетровых естественной генерации, используемых для рыбоводных целей, необходим дальнейший поиск путей, направленных на улучшение качества рыбоводной продукции, повышения выживаемости на всех этапах биотехнологического процесса.

Работы по получению инкубирования икры проводились в инкубационных цехах специализированного рыбопроизводного завода в поселке Четук ГБУ КК "Кубаньбиоресурсы" и рыбоводном участке ТЭЦ на период с 5.05.2015 по 12.06.2015 г.

В данной работе ставилась задача выполнить комплекс экспериментальных исследований по оценке результатов инкубирования и подращивания молоди осетровых

Материалом для исследования послужили 20 самок стерляди и результаты выращивания её молоди, а также личинки и молодь русского осетра полученные от 5 половозрелых особей. Перед нерестовой компанией был проведён предварительный отбор самок методом УЗИ-диагностики. Было отобрано 10 самок стерляди в п. Четук и 10 самок на рыбоводном участке ТЭЦ.

Отобранным рыбам была проведена гипофизарная инъекция в количестве 3,0 мг/кг массы тела рыбы. Икру получали прижизненным методом. В дальнейшем икру инкубировали в аппаратах «Осетр». Выращивание осуществлялось в бассейнах ИЦА–2 размером 2x2 м. и высотой 1 м.

В ходе работы были проведены наблюдения за личинками стерляди, выращиваемыми в бассейнах, располагавшихся при разном освещении.

Выращиваемых мальков кормили в зависимости от массы тела и температуры воды в соответствии с разработанными методиками,

Выход молоди в бассейне составлял у стерляди $39,4 \pm 1,40$ % и $62,7 \pm 1,8$ % у русского осетра в п. Четук, а на рыбоводном участке ТЭЦ составил $24,4 \pm 2,7$ % у стерляди и $60,3\% \pm 1,7\%$ у русского осетра.

Рабочие самки стерляди в ГБУ "Кубаньбиоресурсы" в сравнении с рабочими самками на рыбоводном участке ТЭЦ имели более высокие значения следующих рыбоводно-биологических показателей: упитанность, доля оплодотворённой икры, выход молоди, масса одной икринки. Средняя масса икринок в п. Четук составила $9,5 \pm 0,09$ мг, общий выход личинок стерляди $41,2 \pm 1,20$ %. А на ТЭЦ средняя масса икринок $7,2 \pm 0,30$ мг, общий выход личинок стерляди составил $28,6 \pm 1,80$ %. Указанные отличия связаны с добавлением в рацион самок стерляди живых кормов.

Общая выживаемость молоди к концу исследований значительно повысилась и на ТЭЦ составила 53,4 %, тогда как в п. Четук – 43,4 %. Превышение плотностей посадки молоди осетровых в сравнении с нормативами приводит к снижению темпов роста, и повышению отхода среди подращиваемых рыб.

Анализ результатов инкубирования икры и подращивания молоди русского осетра и стерляди на предприятиях Краснодарского края показывает, что с целью повышения эффективности искусственного воспроизводства осетровых требуется усовершенствование процесса работы с производителями осетровых и перевода процесса получения от них качественных половых продуктов на управляемый режим.

Проведенные исследования позволяют сохранить и восстановить численность популяций стерляди и русского осетра в Азово - Кубанском регионе, также могут быть использованы для разработки мероприятий по сохранению биологического разнообразия и служить основой для реакклиматизации других, практически исчезнувших, видов осетровых рыб.

EVALUATION OF RESULTS OF EGGS' INCUBATION AND REARING OF YOUNG STURGEON AT THE ENTERPRISES OF KRASNODAR REGION

G.V. Kozlova, lecturer.
R.A. Alhasov, undergraduate.

The article deals with the issues of eggs' incubation and rearing of young sturgeon at the enterprises of Krasnodar region. It gives detailed information about experimental studies in order to evaluate the results of incubation and rearing of sturgeon fry.

УДК 639.311

СРАВНЕНИЕ РОСТА ГОДОВИКОВ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИКОРМОВ MERKE FISH (ГЕРМАНИЯ) И BIOMAR (ДАНИЯ)

В.С. Корецкий, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»

Е.В. Терешков, ФГУП «Племенной форелеводческий завод «Адлер»»

Современное состояние природных экосистем, стремительно изменяется под воздействием, как антропогенных факторов, так и естественных причин (глобального потепления и др.). Как следствие, происходит истощение естественных запасов пресных природных вод и всеобщее ухудшение их химического состава. В сложившихся условиях, пресноводное лососеводство как достаточно значимая отрасль современной аквакультуры, наиболее полно ощутила влияние указных негативных изменений. Как известно, лососевые рыбы, в общем, и радужная форель в частности, нуждаются в чистой, свободной от агрессивных химических веществ, проточной воде с низкой температурой, при фактически полном отсутствии механических взвесей. Чаще всего, единственным выходом в сложившихся обстоятельствах, является переход производства на новые оборотные схемы водоснабжения существенно отличающиеся от классических прямоточных. Следует учесть, что повторное использование воды прошедшей через систему интенсивного индустриального рыбного хозяйства без её принудительной очистки от продуктов метаболизма рыб, а также остатков неиспользованного корма, невозможно.

При этом, отмечено что при использовании различных по составу комбикормов по разному изменяется и качество воды (химический и газовый состав, доля взвеси) в производственных емкостях (бассейнах). Следовательно, существенно изменяется и нагрузка на системы очистки воды (прежде всего на биофильтр) перед её повторным использованием. Таким образом, условия кормления рыбы в бассейнах становятся ключевыми при обеспечении конечных результатов выращивания. По этой же причине для интенсивного выращивания применяются только комбинированные корма, к сожалению, в большинстве своем зарубежного производства.

Целью нашего исследования являлось сравнительное изучение использования различных кормов при выращивании радужной форели в условиях бассейнового хозяйства при дефиците природной воды.

Базой постановки эксперимента являлись технологические рыбоводные емкости Федерального государственного унитарного предприятия «Племенной форелеводческий завод «Адлер» (г. Сочи, Краснодарский Край). При выполнении исследования использовались годовики радужной форели, кормление которых осуществлялось комбинированными кормами различных производителей - марки BioMar (Дания) использовавшейся ранее на хозяйстве и Merke Fish (Германия). Последний из них, имеет более низкую закупочную стоимость и рекомендованные фирмами-изготовителями расчетные суточные нормы кормления при одних и тех же исходных условиях (температура воды, средне штучный вес рыбы).

В опыте использовалось четыре бассейна объемом 36 м³ каждый, с независимым водоснабжением, вода подавалась из одного – общего источника. В бассейнах на протяжении опыта поддерживался одинаковый гидрологический режим (проточность 9 л/сек) и температура (12,0 С⁰). Бассейны зарыблялись одинаковым одновозрастным посадочным материалом с вариацией среднего веса радужной форели в пределах 100-200 г. клинически здоровых и близких по физиологическому состоянию. Схема опыта основывалась на сравнении кормления экспериментальных групп форели при использовании усредненной суточной нормы. (таблица 1).

Таблица 1 - Условия постановки опыта

№ опыта	Фирма производителей, рецепт корма	Кол-во рыб, шт	Начальная биомасса, кг.	Средняя навеска 1 шт, г.	Суточная норма кормления, % от биомассы
1	«Merke Fish», Германия Forellenmastfuttur 42/16 EX 3 мм	4700	500	116,5	1,1 (норма)
2	«BioMar», Дания Efico alpha 790 3 мм	4350	500	115	2,06 (норма)
3	«Merke Fish», Германия Forellenmastfuttur 42/16 EX 3 мм	4700	500	107	1,6 (на 45% выше нормы)
4	«BioMar», Дания Efico alpha 790 3 мм	4350	500	126,5	1,6 (на 25% ниже нормы)

Количество корма, задаваемого в сутки, рассчитывали на основании таблиц кормления, рекомендованных фирмами-изготовителями. Так как суточные нормы кормления у разных производителей кормов различались почти в два раза, для этого нами был поставлен опыт № 3 и № 4, где суточную норму уравнили до 1,6 % для чего норму для «Merke Fish» увеличили на 45%, а норму «BioMar» уменьшили на 25%.

Норму корма увеличивали ежедневно с учетом прироста, за основу по всем кормам брали рекомендуемый кормовой коэффициент 0,8. Ежедневное кормление осуществлялось вручную шесть раз в сутки. Через каждые семь дней проводили контрольные лова, при этом в каждой из групп, взвешивали по 50 шт. рыб. Контроль содержания кислорода осуществлялся два раза в сутки – утром и вечером. В случае если рыба не съела заданную норму корма, остатки взвешивали и вычитали из суточного расхода. Погибшую рыбу отбирали ежедневно, взвешивали и её суммарную биомассу учитывали при анализе результатов опыта.

Общая продолжительность опыта составляла двадцать восемь дней. По их истечении был подведен итог. (таблица 2).

Таблица 2 - Результаты опыта

№ опыта	Опыт 1 «Merke Fish», норма	Опыт 2 «BioMar», норма	Опыт 3 «Merke Fish», выше нормы на 45%	Опыт 4 «BioMar», ниже нормы на 25%
Конечная биомасса, кг.	673,26	882,62	757,24	815,71
Конечная навеска, г.	160	249	172	223
Прирост, кг.	173,26	382,62	257,24	315,71
Скормлено корма, кг.	163,59	307,87	244,45	243,16
Расход корма на прирост 1 кг.	0,94	0,80	0,95	0,77

При сравнении полученных результатов установлено, что фактический расход корма на расчетный килограмм прироста массы выращенной радужной форели по корму «Merke Fish» выше, чем для корма «BioMar» в обоих вариантах опыта, соответственно 0,94 и 0,80, 0,95 и 0,77.

Анализируя результаты контрольных взвешиваний выращиваемой форели проведен расчет темпов роста. Полученные данные свидетельствуют о том, что в опытах № 1 и №3 при использовании корма «Merke Fish» рыба росла значительно медленнее. Так абсолютные приросты одной особи при кормлении кормами «Merke Fish» по сравнению с «BioMar» были ниже за период эксперимента на 10-62% (рисунок 1).

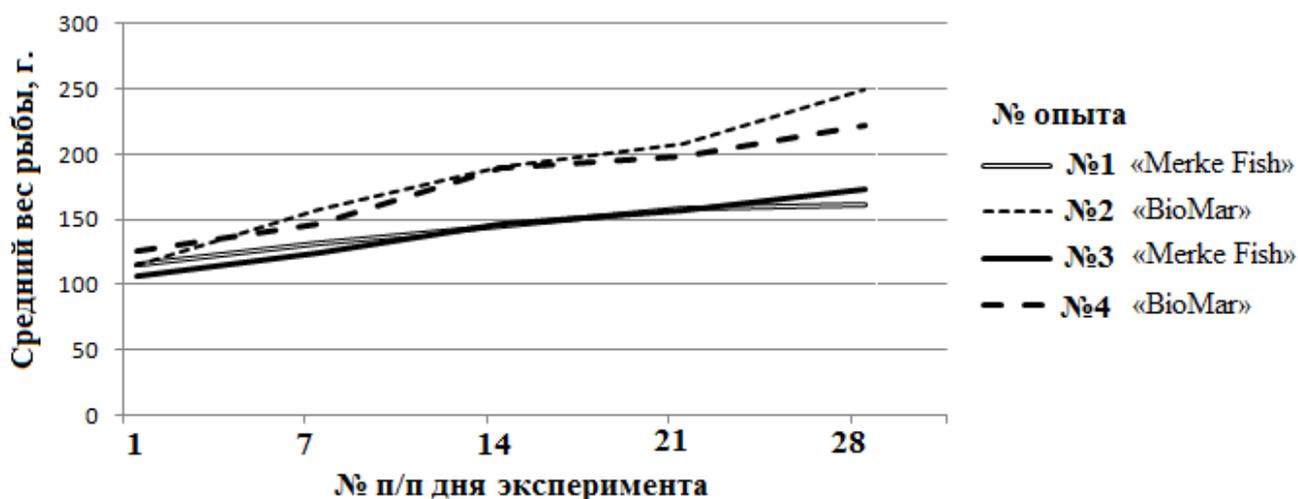


Рисунок 1 - График роста годовиков радужной форели

По полученным результатам проведенного эксперимента следует отметить следующее. Несмотря на более высокую стоимость, а на момент проведения эксперимента цена одного килограмма корма «BioMar» была выше чем «Merke Fish» на 15%, кормление годовиков радужной форели комбикормом марки «BioMar» - Efico alpha 790 было эффективнее. Темпы роста были заметно выше, при этом затраты корма марки «BioMar» были ниже.

THE COMPARISON OF THE GROWTH OF RAINBOW TROUT YEARLINGS USING THE COMPOUND FEED BY MERKE FISH (GERMANY) AND BIOMAR (DENMARK)

V. S. Koretsky, E. V. Tereshkov.

This paper presents a comparative study of results of different compound feed usage like "Merke Fish" and "Biomar" while raising rainbow trout yearlings. It was found that while using the compound feed "Biomar" the efficiency of fish farming was higher.

УДК 591.13(595.384)

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ПИТАНИЯ ДЕСЯТИНОГИХ РАКООБРАЗНЫХ В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ

Кряхова Н.В., Ковачева Н.П.
ФГБНУ «ВНИРО»

В раннем онтогенезе десятиногие ракообразные претерпевают целый комплекс изменений, касающихся морфологии, образа жизни, места обитания и типа питания. Многие процессы, происходящие в онтогенезе, связаны с линькой, непосредственно после которой происходит изменение размера особи, а также ее морфологии и поведения. Питание ракообразных также находится в зависимости от линочных процессов. Цель данной работы выявить основные закономерности питания десятиногих ракообразных в раннем онтогенезе на примере двух модельных объектов – камчатского краба и гигантской пресноводной креветки. Эти два вида имеют сходный жизненный цикл, включающий планктонную личиночную стадию (зоэа). Спектр кормовых объектов обоих видов на стадии зоэа схож и представлен фито- и зоопланктоном. При этом между этими двумя видами существует много различий. Камчатский краб – бореальный морской вид [Ковачева, 2008], а взрослые особи гигантской пресноводной креветки обитают в тропических пресноводных водоемах [Хмелева и др., 1997]. Помимо ареала обитания, размера и различного отношения к условиям среды эти виды различаются по количеству и продолжительности личиночных стадий, наличию послелички, продолжительности эмбрионального периода и другим параметрам.

После выхода из икры личинкам некоторых видов десятиногих ракообразных свойственно лецитотрофное питание. В отличие от камчатского краба [Кряхова, Борисов, Ковачева, 2012] у личинок гигантской пресноводной креветки стадии зоэа I в области головогруды расположено большое количество желтка, позволяющее частично компенсировать личинкам недостаток корма. Впоследствии количество желтка сокращается, и личинки переходят на активный поиск корма [Борисов, Кряхова, 2011]. Лецитотрофное питание, как начальный этап пищевой активности ракообразных, является стратегией адаптации к сложным в кормовом отношении условиям среды, позволяя использовать запасы желтка при отсутствии или дефиците иных энергетических источников. При наличии достаточной кормовой базы лецитотрофное питание отсутствует.

Другим важным элементом онтогенеза десятиногих ракообразных является наличие непитающихся стадий, как это, к примеру, характерно для камчатского краба [Takeuchi, Murakami, 2007]. После завершения личиночного периода развития происходит переход на стадию глаукотэ (мегалопы). На этом этапе краб не питается, в структуре его организма происходит существенная перестройка от плавающей формы к оседлой молодежи. Наличие непитающихся стадий представляет собой элемент адаптации животного к изменению кормовой базы в связи с переходом к новой среде обитания.

По мере роста и развития ракообразных происходят не только качественные изменения их рациона, но и количественные. От стадии к стадии величина суточного рациона неуклонно растет. Это связано с увеличением размера организма и, соответственно,

с ростом энергетических потребностей на поддержание его жизнедеятельности, развитие внутренних органов, а также на подготовку к переходу на следующую стадию.

На рисунке 1 представлены данные по изменению количества потребляемого корма (науплии *Artemia* sp.) на протяжении личиночного периода камчатского краба [Кряхова, Борисов, Ковачева, 2011] и гигантской пресноводной креветки [Barros, Valenti, 2003]. Можно отметить, что хотя на протяжении личиночного периода количество потребленной пищи колеблется, у личинок обоих видов заметна общая тенденция к увеличению суточных рационов.

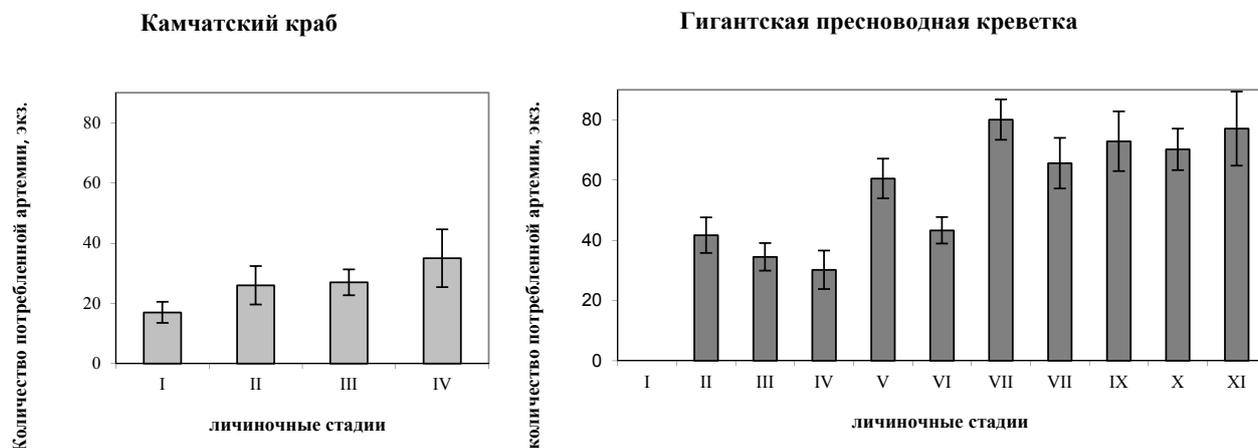


Рисунок 1 - Динамика величины суточных рационов камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) (собственные данные) и гигантской пресноводной креветки (*Macrobrachium rosenbergii*) [по Barros, Valenti, 2003] на протяжении личиночного периода

На протяжении межличиночного периода количество потребленной пищи также не является постоянной величиной. В день линьки у личинок креветки происходит незначительное снижение количества съеденного корма, что объясняется высоким уровнем метаболизма и быстрым прохождением личиночных процессов. В момент линьки потребление пищи не происходит, однако, по-видимому, этот период настолько короток, что различия в количестве потребленной пищи в день линьки и другие дни практически незаметны.

В динамике питания камчатского краба так же, как и у креветки, наблюдается снижение величины среднесуточного рациона в день линьки. Однако у этого вида влияние линьки на динамику питания выражено более отчетливо, постольку скорость обменных процессов иная. На протяжении межличиночного периода у личинок камчатского краба потребление корма остается постоянным вплоть до самой линьки, снижаясь только в день линьки, и лишь на стадии зозе IV наблюдается постепенное сокращение рациона за несколько дней перед линькой на стадию глаукотоз. Более явно выраженное влияние линьки можно рассмотреть на стадиях молоди (рисунок 2).

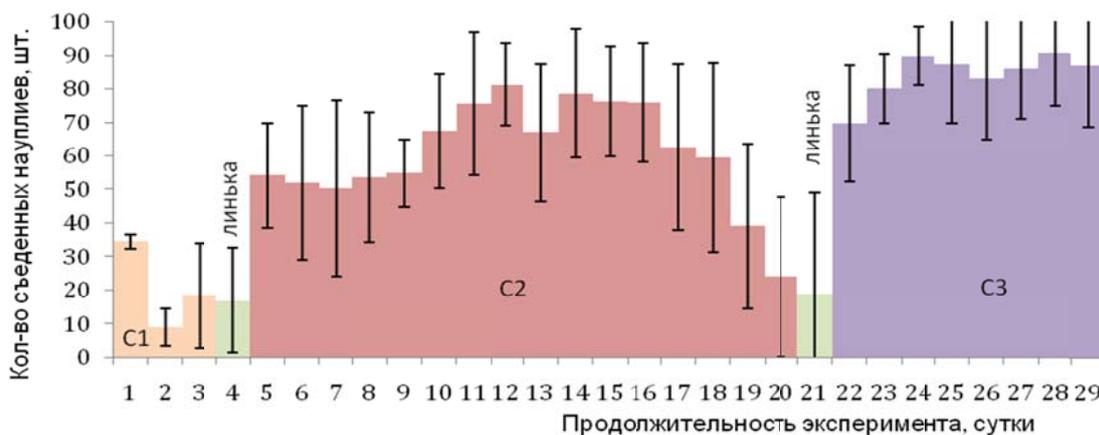


Рисунок 2 - Динамика суточного потребления пищи молодью камчатского краба (С1 – первая стадия; С2 – вторая стадия; С3 – третья стадия); [Борисов, Кряхова, 2014]

Максимальные значения потребления корма наблюдаются в середине и первой половине линочного цикла; в конце линочного цикла происходит плавное снижение потребления корма. В период линьки, а также непосредственно до и после нее происходит прекращение питания; после линьки и затвердения покровов у особи происходит резкое увеличение рациона.

Таким образом, динамика потребления корма у камчатского краба и у других видов десятиногих ракообразных связана с линькой, и включает в себя элементы как поступательные – плавное изменение рациона в период между линьками, – так и ступенчатые – прекращение питания во время линьки, резкое восстановление пищевой активности после линьки. По мере роста особи, происходит увеличение суточного рациона и продолжительности периодов между линьками, а последовательность поступательных и ступенчатых этапов в динамике потребления корма сохраняется. Эти закономерности сохраняются на тех этапах жизненного цикла особи, когда в ее развитии не происходит серьезных изменений в морфологии или поведении.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Борисов Р.Р., Кряхова Н.В. Влияние лецитотрофного питания на рост и развитие личиной гигантской пресноводной креветки // Онтогенез, 2011. Т. 42. № 3. С.178-182.
2. Кряхова Н.В., Борисов Р.Р., Ковачева Н.П., Изучение возможности лецитотрофного питания у личинок камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) // Тез. докл. Всерос. конф. мол. ученых и спец., посв. 90-летию со дня постр. Первого НИС «Персей». Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2012.
3. Кряхова Н.В., Борисов Р.Р., Ковачева Н.П. Динамика суточного рациона личинок и молоди камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* // Тез. докл. 4-ой Международной научно-практической конференции Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки, Южно-Сахалинск. 2011. С. 182-183.
4. Борисов Р.Р., Кряхова Н.В. Динамика потребления пищи и ее связь с линочными процессами у личинок и молоди *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) (Decapoda: Lithodidae) // Биология моря. 2014. Т. 40. № 2. С.124-130.
5. Ковачева Н.П. Аквакультура ракообразных отряда Decapoda: камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* и гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii* // монография, М.: Изд-во ВНИРО, 2008. 240 с.
6. Takeuchi T., Murakami K. Crustacean nutrition and larval feed with emphasis on Japanese spiny lobster *Panulirus japonicus* // Bull. Fish. Res. Agen. 2007. № 20. P. 15-23.
7. Barros H.P., Valenti W.C. Ingestion rates of *Artemia nauplii* for different larval stages of

Macrobrachium rosenbergii // Aquaculture, 2003. 217. P. 223-233.

8. Хмелева Н.Н., Кулеш В.Ф., Алехнович А.В., Гигиняк Ю.Г. Экология пресноводных креветок. Минск: «Беларуская навука», 1997. 254 с.

FEATURES OF NUTRITION DYNAMICS OF DECAPOD CRUSTACEANS IN EARLY DEVELOPMENT

Kryakhova N.V., Kovatcheva N.P.

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, 107140
Russia

Nutrition of decapods, as well as the life cycle and behavior, is closely related to molting. By the example of two model objects – red king crab and giant freshwater prawn - nutrition characteristics in the early stages of ontogenesis of this group of animals were shown. The dynamics of nutrition includes both incremental elements – a smooth change in diet between molting - and step elements - termination of nutrition during molting, lecithotrophic nutrition, and development using the accumulated resources in the individual stages of ontogenesis, change of diet after molting to the new life-cycle stage.

УДК 639.3

ВЛИЯНИЕ НАСТОЯ ВАХТЫ ТРЕХЛИСТНОЙ (MENYANTHES TRIFOLIATA) НА ПОВЕДЕНИЕ ГОЛОДНЫХ СЕГОЛЕТКОВ КАРПА

Т.М. Курапова, Е.И. Хрусталева, О.Е. Гончаренко

г. Калининград, Советский пр. 1., 236022, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», chrustaqua@rambler.ru

Влияние фитопрепаратов на рыб рассматривается со многих сторон – с точки зрения воздействия на микроорганизмов [Дегтярик, 2001] и вирусы [Direkbusaracom et al., 1996], на иммунитет рыб (Dugenci et al., 2003) и т.д., но крайне редко рассматриваются вопросы воздействия трав на поведение рыб. В основу фитопрепаратов для рыб положены лекарственные травы, имеющие иммуностимулирующий эффект. Как правило, это травы местного (посконник, крапива, омела белая и т.д.) или китайско-индийского происхождения (индиго, имбирь, эмблика, азадирахта и т.д.) [Jeneu et al., 2013]. В данной работе оценивали влияние настоя околоводного (или наземно-водного) растения вахты трехлистной на поведение сеголетков карпа.

На основании вышеизложенного, нами в данной работе была поставлена цель - изучить влияние настоя вахты трехлистной на поведение сеголетков карпа. Объектом исследования служили не стандартные сеголетки карпа (средняя масса рыб была меньше нормативной и составляла 8,63 г), выращенные на учебно-опытном хозяйстве ФГБОУ ВО «КГТУ».

Для исследования отбирали по пять рыб в каждую группу, подбирая близких по размерам сеголетков. За два часа до эксперимента рыбу пересадили в три аквариума, объемом 20 л каждый, сформировав следующие группы: контроль, опытная группа 1 и опытная группа 2. В опытные аквариумы вносили свежеприготовленный 20% настой вахты трехлистной, приготовленный по стандартной методике. Доза настоя в опыте 1 была 5 мл/л, а в опыте 2 – 10 мл/л, длительность экспозиции составила один час.

Для исследования влияния вахты трехлистной на поведение сеголетков карпа применяли тест «открытое поле», в модификации Тихомирова и Хабумугиша [Тихомиров, Хабумугиша, 1997]. Тест «открытое поле» позволяет изучить реакцию центральной нервной

системы на определенное вещество или препарат по уровню двигательной активности и реакции на внешние стимулы (зрительные, тактильные или гидродинамические).

В экспериментах использовали голодных карпов, которых не кормили в течение суток.

В адаптационный отсек переносили одну тестируемую рыбу, выдерживали 3-5 мин для снятия стресса. Затем поднимали перегородку, и рыба выплывала в основную часть, где и проводили наблюдения за ее поведением, регистрируя количество пересеченных рыбой квадратов на дне аквариума. На основании наблюдений рассчитывали показатели:

– ориентировочной двигательной активности ОА, путем подсчета количества пересеченных рыбой квадратов при адаптационной камере;

– фоновую активность ФА путем подсчета количества пересеченных рыбой квадратов в общей камере.

Длительность наблюдения каждого этапа 5 минут. Через пять минут включали раздражитель. В качестве раздражителя применяли свет постоянный и переменный. Источник света располагали у торцевой стенки на расстоянии 4-5 см от дна. На основании полученных характеристик определяли ориентировочную ОА и реактивную РА двигательную активность при включении раздражителя, как среднее количество пересеченных квадратов за 30 с.

Все результаты обрабатывали статистически по общепринятым методикам [Аксютин, 1968]. На основании полученных данных были рассчитаны следующие показатели – ПА (показатель активности) (1) и ПР (показатель реактивности) (2).

$$ПА=(ОА/ФА) \times 100, \quad (1)$$

где ОА – ориентировочная двигательная активность, ФА – фоновая активность

$$ПР=(РА/ФА) \times 100, \quad (2)$$

где РА – реактивная двигательная активность, ФА – фоновая активность

В результате исследований было установлено, что у голодных рыб показатель активации (ПА) был высоким и имел близкие значения в контрольной и опытных группах. Варьирование этого показателя составили от 85,28% в группе 2 до 93% в контроле.

Однако отсутствие статистически достоверных различий в группах указывает на то, что настой вахты трехлистной в данных концентрациях не влияет на поведение голодных рыб при отсутствии раздражителя. В литературных источниках указывается, что вахта, являясь желчегонным средством, стимулирует функцию кишечного тракта. Если бы вахта оказывала такое влияние на голодных сеголетков карпа, то в опытных группах регистрировали бы повышенную двигательную активность, вызванную поиском пищи у голодных рыб, но в исследованиях этого не отмечали. Значит вахта трехлистная в концентрации 5 и 10 мл/л не вызывала усиления пищевой активности у голодных сеголетков карпа.

При воздействии постоянного света отмечали увеличение двигательной активности у рыб, которая и привела к увеличению показателя реактивности (ПР1) в контрольной и опытных группах. Так, величина ПР1 в контроле в среднем была 56, в опыте 1 – 18 ($p \leq 0,001$), в опыте 2 – 13% ($p \leq 0,001$).

Постоянный свет является привлекающим фактором для большинства видов рыб и вызывает у них повышение двигательной активности за счет проявления исследовательского и пищевого поведения. Полученные результаты, очевидно, показывают различие в поведении голодных сеголетков карпа в контроле и опытных группах. При влиянии постоянного света у голодных сеголетков карпа в опытных группах, обработанных отваром желчегонной травы, не происходит увеличение двигательной активности, что подтверждает отсутствие стимулирующего действия вахты на пищеварительную функцию у сеголетков карпа.

Наличие достоверных различий позволяет предположить, что вахта трехлистная в концентрации 5 и 10 мг/л оказывает седативное воздействие на поведение сеголетков карпа,

которое отражается на снижении двигательной активности рыб при воздействии постоянного света.

При влиянии переменного (мигающего) света отмечали так же увеличение двигательной активности рыб. Так в контроле показатель реактивности (ПР2) был в среднем 28, в опыте 1 – 7,96 ($p \leq 0,001$), в опыте 2 – 14,44% ($p \leq 0,001$).

На основании полученных результатов установлено, что при воздействии постоянного света у рыб в контрольной группе двигательная активность значительно снижается (с 93 до 56%), а при переменном свете снижается еще больше (с 93 до 28%). На основании этого можно заключить, что для голодных рыб в контрольной группе наибольшее раздражающее воздействие имеет переменный свет.

В опытной группе 1 при постоянном свете у рыб также отмечали снижение двигательной активности (с 87,09 до 18%). При воздействии переменного света двигательная активность резко снижалась с 87,09 до 7,96%, т.е. происходила замена поисковой активности на затаивание.

У рыб из опытной группы 2 также отмечали сходную картину, постоянный и переменный свет снижал двигательную активность с 85,28 до 13% в первом случае и с 85,28 до 14,44% во втором случае.

Основываясь на результатах проведенных исследований, следует отметить некоторые различия в действии настоя вахты трехлистной на организм человека и рыб. Во-первых, вахта не вызывает стимулирование функции пищеварительного тракта у рыб. На это указывает отсутствие достоверных различий в поведении рыб в опытной и контрольной группах при отсутствии раздражителя по показателям ПА. Во-вторых, на голодных сеголетков карпа настоей вахты трехлистной оказывает седативное действие, которое наиболее сильно проявляется при воздействии внешнего раздражителя, в данном случае таковым являлся свет, независимо от того постоянный он или переменный.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аксютин З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищ. пром-сть, 1968. 289 с.
2. Дегтярик С.М.. Фитопрепараты для рыб // Рыбное хозяйство. 2001. № 2. С. 54-59.
3. Манасыпов Р.М. Особенности элементарного состава озерных вод и макрофитов термокарстовых озерных экосистем субарктики Западной Сибири. Вестник Томского гос. университета. Сер. Биология. 2012. № 3. С. 186-198.
4. Муравьева Д.А. Фармокогнозия. М.: Медицина, 1991. С. 180-181.
5. Тихомиров А.М., Хабумугиша Ж.Д. Испытания макета нового устройства «Ихтиотест» на молоди русского осетра. Вестник АГТУ. 1997. № 5. С. 97–98.
6. Direkbusaracom S, Herunsalee A, Yoshimizu M, Ezura Y. Antiviral activity of several Thai traditional herb extracts against fish pathogenic viruses. Fish Pathology. 1996. № 31. P. 209-213.
7. Dugenci SK, Arda N, Candan A. Some medical plants as immunostimulation for fish. Ethnopharmacology. 2003. № 88. P. 99-106.
8. Jeney G, Yin G., L. Ardo, Z. Jeney. The use of immunostimulating herbs in fish. An overview of research. Common carp as a model organism for biological studies. Polish Academy. Gólisz, 2013. P. 154-160.

INFLUENCE OF INFUSION OF WATCH OF THREE-LEAVED (MENYANTHES TRIFOLIATA) ON BEHAVIOUR OF HUNGRY FINGERLINGS OF THE CARP

T.M. Kurapova, E.I. Khrustalyov, O. E. Goncharenok
Kaliningrad, Sovetsky Ave. 1., 236020, Kaliningrad State Technical University,
tkurapova@inbox.ru

In work consider influence of infusion of watch three-leaved on behavior of hungry non-standard fingerlings of a carp. As object of research not the standard fingerlings of a carp (the average mass of fishes was less standard and made 8,63 g) who are grown up on an educational pilot farm of KSTU served. Menyanthes, fingerlings, physical activity, activation indicator, background physical activity.

УДК 639.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ, ВЫРАЩИВАЕМОЙ В УЗВ И САДКОВОЙ ХОЗЯЙСТВЕ

К.А. Молчанова, Е.И. Хрусталева

г. Калининград, Советский пр. 1., 236022, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», ksenia.elfimova@gmail.com

В настоящее время аквакультура относится к быстро прогрессирующему направлению агропромышленного производства. В пресных водах доминирующим объектом аквакультуры в Западной Европе является форель. Возросший интерес к разведению и выращиванию форели был не случаен. Ее выращивание экономически выгодно, поскольку мясо и икра относятся к деликатесной рыбной продукции [Привольнев, 1976].

В нашей стране форелеводство составляет незначительную часть в общем объеме производства рыбы (около 14,0 тыс. т). В настоящее время в связи с резким уменьшением популяций лососевых и падением уловов оказывается недостаточно природных ресурсов, поэтому необходимо дальнейшее развитие форелеводства.

Объем производства и ассортимент деликатесной продукции можно значительно увеличить за счет развития индустриального выращивания рыб в садковых, бассейновых хозяйствах, а также создания сети хозяйств на теплых водах [Привезенцев, 1985; Титарев, 2007]. Между тем высокая температура воды в течение всего периода выращивания независимо от сезона года оказывает существенное влияние на физиологическое состояние рыб, приводит к изменению направленности обменных процессов, качественных и количественных показателей полученной продукции [Лав, 1976; Титарев, 1980; Яржомбек и др., 1986]. Важно при этом учитывать фенотипические характеристики выращиваемой форели, поскольку они отражают уровень селекционной стабильности популяций рыб и привлекательность продукции на потребительском рынке.

Целью работы являлось установление морфометрических показателей форели при выращивании в разнотипных хозяйствах.

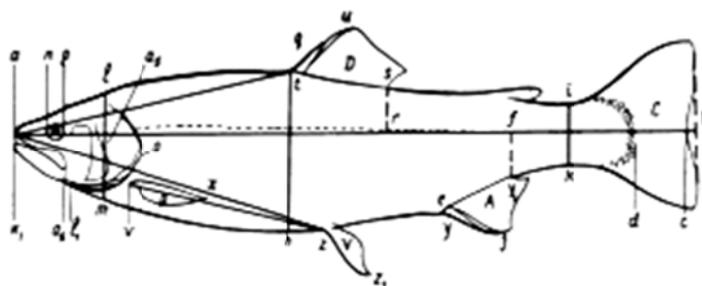
Объектом исследования служили сеголетки и производители радужной форели, выращиваемых на садковом хозяйстве ООО «Аквакультура» и в УЗВ (ООО «ТПК Балтптицепром»). Маточное стадо в УЗВ было сформировано из посадочного материала, завезенного в мальковом возрасте из рыбоводного хозяйства ООО «Аквакультура», расположенного на водоеме-карьере «Прибрежный». Поэтому сравниваемые в исследованиях группы форели в разнотипных рыбоводных системах имели одно происхождение от гибридной формы.

Морфометрические показатели определяли путем измерений различных структур тела рыб [Правдин, 1966].

Коэффициент упитанности, который характеризует качество выращенной рыбы, определяли по формуле Т. Фультона:

$$K_{y(\Phi)} = P \cdot 100 / L^3, \quad (1)$$

где P — масса рыбы (в г), L — длина тела (в см) у лососевых до конца чешуйчатого покрова.



ab – длина всей рыбы; ad – длина бес С; od – длина туловища; an – длина рыла; пр - диаметр глаза (горизонтальный); ao – длина головы; ро – заглазничный отдел головы; lm – высота головы у затылка; qh – наибольшая высота тела; ik – наименьшая высота тела.

Рисунок 1 – Схема измерений радужной форели [по И.Ф. Правдину 1966]

Изучение тринадцати пластических признаков у самок форели, содержащихся в садках и УЗВ показало (таблица 1), что по девяти показателям найдены достоверные различия ($p < 0,05$ - $p \leq 0,01$). Среди них такие важные признаки, как длина хвостового стебля (в садковом хозяйстве 16,33%, в УЗВ 12,09%), наименьшая высота тела (в садковом хозяйстве 15,84%, в УЗВ 13,07%), наибольший и наименьший обхват тела (в садковом хозяйстве 78,4 %, в УЗВ 79,4 % в первом случае, 35,14% и 32,3% - во втором), высота головы у затылка (в садковом хозяйстве 30,86%, в УЗВ 24,43 %).

Таблица 1 – Морфометрические показатели производителей радужной форели, выращиваемой в разнотипных хозяйствах

Показатели	Садковое хозяйство		УЗВ		Достоверность различий	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки	Самцы	Самки
Масса, г	1528,5	2241,5	1824,3	1964,5	не дост	не дост
Длина, см	46,0	56,0	43,4	46,1	$p < 0,05$	$p < 0,05$
Длина без С	41,3	49,5	39,8	41,5	не дост	$p < 0,05$
Длина туловища	28,5	37,0	28,2	32,1	не дост	не дост
Длина рыла	5,5	4,0	5,0	4,2	$p < 0,05$	не дост
Длина головы	13,2	12,5	12,5	11,2	не дост	не дост
Высота головы у затылка	12,3	15,3	10,7	10,1	$p \leq 0,01$	$p \leq 0,01$
Наибольшая высота тела	16,3	18,0	17,0	16,8	не дост	не дост
Наименьшая высота тела	6,5	7,9	5,1	5,4	не дост	$p < 0,05$
Длина хвостового стебля	7,7	8,1	5,7	5,0	не дост	$p < 0,05$
Наибольший обхват тела	31,7	38,8	34,2	32,8	не дост	$p \leq 0,01$
Наименьший обхват тела	14,8	17,2	10,8	12,0	$p \leq 0,01$	$p \leq 0,01$
Коэффициент упитанности	2,16	1,9	2,9	2,8	$p \leq 0,001$	$p < 0,05$

У самцов достоверными ($p < 0,05$ - $p \leq 0,001$) различия оказались по пяти исследованным признакам. Среди них: длина рыла (в садковом хозяйстве 13,3%, в УЗВ 11,21%), наименьший обхват тела (в садковом хозяйстве 34,46 %, в УЗВ 24,2 %), высота головы у затылка (в садковом хозяйстве 29,85%, в УЗВ 23,93%).

Коэффициент упитанности у самцов радужной форели составил по формуле Т. Фультона в садковом хозяйстве - 2,16, в УЗВ - 2,85, у самок в садковом хозяйстве - 1,95, в УЗВ - 2,8.

Изучение пластических признаков у сеголетков форели, выращиваемых в садках и УЗВ показало (таблица 2), что по всем показателям найдены достоверные различия ($p \leq 0,01$ - $p \leq 0,001$), кроме длины рыла.

Таблица 2 – Морфометрические показатели сеголетков радужной форели, выращиваемой в разнотипных хозяйствах

Показатели	Садковое хозяйство	УЗВ	Достоверность различий
Масса, г	108,05	347,1	$p \leq 0,001$
Длина, см	21,97	25,7	$p \leq 0,001$
Длина без С	20,03	24,0	$p \leq 0,001$
Длина туловища	15,25	18,4	$p \leq 0,001$
Длина рыла	1,48	1,5	не дост
Длина головы	4,79	5,5	$p \leq 0,01$
Высота головы у затылка	4,21	7,1	$p \leq 0,001$
Наибольшая высота тела	5,68	10,0	$p \leq 0,001$
Наименьшая высота тела	2,12	2,8	$p \leq 0,001$
Наибольший обхват тела	12,46	18,8	$p \leq 0,001$
Наименьший обхват тела	5,13	6,6	$p \leq 0,001$
Коэффициент упитанности	1,03	2,0	$p \leq 0,001$

Достоверные различия имели признаки такие, как длина головы (в садковом хозяйстве 23,89%, в УЗВ 23,11 %), наибольшая и наименьшая высота тела (в садковом хозяйстве 28,33 %, в УЗВ 41,72 % в первом случае, 10,58% и 11,80% - во втором), наибольший и наименьший обхват тела (в садковом хозяйстве 62,18%, в УЗВ 78,37% в первом случае, 25,59% и 27,74% - во втором), высота головы у затылка (в садковом хозяйстве 21,02%, в УЗВ 29,54%).

Быстрорастущая рыба характеризуется хорошим потреблением корма и быстрым наращиванием массы. Как отмечено, такими свойствами чаще всего обладают рыбы коренастых (плотных) форм. Сеголетки радужной форели имеет коэффициент упитанности в среднем 1,0-2,0, а производители — 1,95-2,85.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лав М.Р. Химическая биология рыб. М.: Пищевая пром-ость, 1976. 349 с.
2. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая пром-сть, 1966. 96 с.
3. Привезенцев Ю.А. Использование теплых вод для разведения рыбы. М.: Агропромиздат, 1985. 176 с.
4. Привольнев Т.И. Увеличение навески товарной радужной форели // Известия ГосНИОРХ. 1976. Т. 117. С. 14-18.
5. Титарев Е.Ф. Форелеводство. М.: Пищевая пром-ость, 1980. 168 с.
6. Титарев Е.Ф. Холодноводное форелеводство. М.: Пищевая пром-ость, 2007. 280 с.
7. Яржомбек А.А., Лиманский В.В., Щербина М.А. Справочник по физиологии рыб. М.: Агропромиздат, 1986. 192 с.

DETERMINATION OF RAINBOW TROUT MORPHOMETRIC PARAMETERS GROWN IN RAS AND CAGE FARMS

K.A. Molchanova, E.I. Khrustalyov
Kaliningrad, Sovetsky Ave. 1., 236022, Kaliningrad State Technical University,
ksenia.elfimova@gmail.com

This article discusses the morphometric parameters of rainbow trout in growing it in different types of farms. The objects of the study were yearlings and rainbow trout broodstock grown in cage farms "Aquaculture" and RAS "ТПК Baltptitseprom".

Rainbow trout, broodstock, morphometric parameters, RAS, cage farms, coefficient of fatness.

УДК: 639.3.043.14: 577.115.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА КОМБИКОРМОВ НА ЛИПИДНЫЙ СТАТУС МЫШЦ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ *PARASALMO MYKISS* (WALBAUM, 1792)

М.А. Назарова, О.Б. Васильева*, Н.Н. Немова*
Вологодский государственный университет

* Институт биологии Карельского научного центра Российской академии наук

Наличие большого количества глубоководных озер с чистой водой на северо-западе России позволяет развивать садковое рыбоводство радужной форели в открытых пресных водоемах. Для реализации основной задачи форелевых хозяйств, связанной с накоплением мышечной массы у рыб за короткий период времени, в качестве источника пищи используют искусственные корма. Численность садковых хозяйств в последнее десятилетие резко возросла, в связи с чем, увеличилась потребность в кормах, что привело к резкому дефициту сырья для их производства [Hua et al., 2009]. Комбикорма для аквакультуры лососевых преимущественно производят из отходов промыслового рыболовства. Экономически-обоснованным альтернативным источником сырья служат продукты растительного происхождения (масла, протеин гороха, глютин кукурузы и другие), которые, однако, не характерны для естественной пищи хищных рыб. Состав пищи в первую очередь влияет на метаболизм рыб, который определяет интенсивность их роста и развития, а также качество реализуемой форелеводами продукции [Sotoudeh et al., 2010]. В настоящее время активно изучается влияние различных составов комбикормов на физиолого-биохимические характеристики культивируемых рыб, особенно лососевых, однако эти вопросы остаются все еще слабоизученными [Hua et al., 2009; Brown et al., 2010]. Липиды относятся к наиболее информативным показателям метаболизма рыб, поскольку они активно участвуют в различных биологических процессах, играя важную роль в пластическом и энергетическом обменах, служат предшественниками стероидных гормонов, эйкозаноидов, а также выполняют ряд других функций [Кребс, 1979; Аврова, 1998]. Поэтому, результаты изучения ответной реакции липидного обмена у рыб, выращиваемых в условиях аквакультуры на кормах различного состава, имеет не только фундаментальное значение в части получения новых знаний о функциях липидов, но и могут дать полезную информацию для научного обоснования качества используемых комбикормов в садковом рыбоводстве. Исходя из вышеизложенного, цель работы заключалась в определении влияния кормов разного состава на липидный состав мышц радужной форели *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792).

В качестве объекта исследования использовали радужную форель *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792) в возрасте 1+. Рыб, не различающихся морфо-генетическими особенностями, в июне разделили на три садка (группы №№ 1, 2 и 3) и культивировали их на комбикормах №№ 1, 2 и 3, соответственно. Рыб выращивали в близкорасположенных садках,

с целью нивелирования неконтролируемых факторов. Отбор проб мышц радужной форели был проведен в октябре.

В мышцах радужной форели и кормах определяли содержание общих липидов (ОЛ); триацилглицеринов (ТАГ); холестерина (ХС); эфиров холестерина (ЭХС); фосфолипидов (ФЛ). Образцы тканей рыб массой 0,1-0,5 г фиксировали 5 мл смеси хлороформ:метанол (2:1 по объему). Одновременно аналогичным образом фиксировали комбикорма, которыми кормили рыб. Экстракцию общих липидов из зафиксированного материала проводили по методу Фолча [Folch et al., 1957]. Общие липиды разделяли методом тонкослойной хроматографии восходящим способом в системе растворителей: петролейный эфир: диэтиловый эфир: уксусная кислота (в соотношении 90:10:1 по объему) при комнатной температуре. Концентрацию липидов определяли стандартными спектрофотометрическими методами [Сидоров, 1972; Engelbrecht, 1974]. Обработку данных проводили статистическими методами, сравнение двух выборок осуществляли при помощи критерия Вилкоксона-Манна-Уитни ($p \leq 0,05$). Исследования выполнены с использованием Центра коллективного пользования научным оборудованием ИБ КарНЦ РАН.

При исследовании липидного состава комбикормов установлено преобладание триацилглицеринов (ТАГ) во всех изученных кормах, именно высокое содержание данных компонентов определяло калорийность комбикормов. В корме № 1 в отличие от кормов №№ 2 и 3, установлен меньший уровень общих липидов (ОЛ), триацилглицеринов, эфиров холестерина (ЭХС) и большая концентрация ХС. Для корма № 2 показано более высокое содержание запасных липидных фракций (ТАГ и ЭХС), что определило преобладание количества общих липидов в корме № 2. Концентрация холестерина (ХС) в корме № 2 была значительно ниже по сравнению с кормами №№ 1 и 3, что, вероятно, связано с добавлением растительных масел при производстве комбикорма № 2. Установлен меньший уровень ФЛ в корме № 2 по сравнению с комбикормами №№ 1 и 3 ($p \leq 0,05$). Комбикорм № 3 по количеству ОЛ занимал промежуточное положение между кормами №№ 1 и 2 в основном за счет ТАГ и ХС, различия в содержании которых имели те же особенности, что и для ОЛ. Показана более высокая концентрация ЭХС и ФЛ в корме № 3 по сравнению с другими исследованными комбикормами.

Содержание общих липидов в мышцах радужной форели всех групп варьировало в пределах от 13,5 до 19,5 % сухой массы. Показана значимо более высокая концентрация ОЛ в мышцах рыб группы № 2, чем у рыб группы № 1. Группы рыб №№ 2 и 3 достоверно не различались между собой по уровню ОЛ в мышцах. Превалирующими липидными компонентами в мышцах форели были триацилглицерины, доля которых составляла 52-64 %. Различия в концентрации ТАГ между группами №№ 1, 2 и 3 соответствовали таковым для ОЛ. В мышцах рыб группы № 2 содержание ТАГ было выше, чем в мышцах рыб двух других групп. Фосфолипиды являлись второй в количественном отношении после ТАГ группой липидов в мышцах форели. Наименьшее содержание ФЛ показано для группы рыб № 2, а повышенное – для группы № 3. Процентное содержание холестерина в мышцах форели составляло от 5,5 до 14 % общих липидов в течение всего периода исследования, и достоверных различий между исследованными группами рыб по данному показателю не установлено. Синтез ХС *de novo* у лососевых рыб, в основном, осуществляется в печени, и интенсивность данного процесса определяется поступлением данного компонента с кормом [Salvador et al., 2009]. Уровень ХС в мышцах рыб не зависел от состава корма, причиной чего может служить поддержание его определенного константного уровня в клетке, где возможный недостаток экзогенного ХС восполняется его синтезом в печени рыб. С другой стороны, следует учитывать суммарное поступление ХС в организм, который в корме может находиться как в свободном виде, так и в эстерифицированном с жирной кислотой (ЭХС). Анализируя суммарное содержание ХС и его эфиров (ЭХС) в составе корма и оценивая его влияние на липидный состав тканей форели, было установлено, что уровень ХС в мышцах форели соответствует общей концентрации стероидных компонентов в кормах.

Таким образом, содержание липидных компонентов в мышцах радужной форели, которые у лососевых рыб являются депонирующими липиды тканями, отражает спектр соответствующих соединений в комбикормах.

Работа выполнялась в рамках государственного задания № 0221-2014-0003, при финансовой поддержке проекта № 0221-2015-0003.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аврова, Н.Ф. Биохимические механизмы акклимации к изменяющимся условиям среды у позвоночных: роль липидов / Н.Ф. Аврова // Ж. Эвол. Биохим. Физиол. 1998. Т. 34. № 3. С. 170–180
2. Крепс, Е.М. Клеточные липиды и их роль в адаптации водных организмов к условиям существования / Е.М. Крепс // Физиология и биохимия морских и пресноводных животных. Л.: Наука, 1979. – С. 3–21.
3. Сидоров, В.С. Липиды рыб. 1. Методы анализа. Тканевая специфичность ряпушки *Coregonus albula* L. / В.С. Сидоров, Е.И. Лизенко, О.М. Болгова, З.А. Нефедова // Лососёвые (Salmonidae) Карелии. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР. – 1972. – Вып. 1. – С. 152-163.
4. Brown, T.D. Can dietary lipid source circadian alternation improve omega-3 deposition in rainbow trout? / T.D. Brown, D.S. Francis, G.M. Turchini // Aquaculture. – 2010. – V. 300. – № 1-4. – P. 148–155.
5. Engelbrecht, F.M. Cholesterol determination in serum. A rapid direction method / F.M. Engelbrecht, F. Mari, J.T. Anderson // S.A. Med. J. – 1974. – V. 48. – № 7. – P. 250-356.
6. Folch, J. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues / J. Folch, M. Lees, G.H.S. Stanley // J. Biol. Chem. – 1957. – V. 226. – P. 497-509.
7. Hua, K. Development of a model to estimate digestible lipid content of salmonid fish feeds / K. Hua, D.P. Bureau // Acuaculture. – 2009. – V. 286. – № 3–4. – P. 180–184.
8. Salvador, A.M. Impact of different dietary phospholipid levels on cholesterol and canthaxanthin lipoprotein-serum transport and muscle deposition in rainbow trout / A.M. Salvador, A. Alonso-Damián, G. Choubert, J.C. Milicua // J Agric Food Chem. – 2009. – V. 57. – № 5. – P. 2016–2021.
9. Sotoudeh, E. Growth response, body composition and fatty acid profile of Caspian brown trout (*Salmo trutta* Caspius) juvenile fed diets containing different levels of soybean phosphatidylcholine / E. Sotoudeh, A.A. Kenari, M.H. Rezaei // Aquaculture International. – 2010. – V. 19. – P. 346–352.

EFFECT OF DIET ON LIPID COMPOSITION IN MUSCLE OF RAINBOW TROUT *PARASALMO MYKISS* (WALBAUM, 1792)

M.A. Nazarova¹, O.B. Vasil'eva², N.N. Nemova²

Effect of dietary lipids on lipid composition in muscle of rainbow trout *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792) was investigated. The content of lipid components in muscle of rainbow trout reflects the spectrum of the corresponding compounds in feeds.

К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДОВ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

Д.В. Пашкин, В.Д. Жеребцов

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»

Осетровые – ценные промысловые виды рыб. Однако в связи с объективными и субъективными обстоятельствами, которые связаны с гидростроительством и чрезмерным промыслом в течение последних лет, эффективное естественное воспроизводство существенно снизилось, что приводит к быстрому сокращению запасов этих рыб [1]. Под угрозой полного исчезновения оказываются уже не отдельные локальные популяции, а виды в целом. Так, в последние годы средний вылов производителей русского осетра не превышал 3–5 самок в год.

В связи с этим особую актуальность приобретают работы по разработке и реализации мер по экстренному сохранению генофонда этих рыб в неволе. Основным способом решения проблемы сохранения запасов осетровых – это искусственное воспроизводство видов на базе специально созданных осетровых рыбоводных хозяйств.

Так как, воспроизводство осетровых является основным и наиболее важным направлением для восстановления естественных популяций, представляют большой научный и практический интерес работы по оптимизации условий подращивания молоди перед выпуском в естественную среду, а также совершенствованию методов формирования ремонтно-маточных стад краснокнижных видов.

Материалами настоящего исследования являлись результаты изучения особенностей организации работ по искусственному воспроизводству осетровых видов рыб на заводах Краснодарского края на примере ФГУ «Темрюкский осетровый завод» и ГБУ КК «Кубаньбиоресурсы». Использованы также собственные данные, полученные при участии в работах (во время практики на этих предприятиях) по выращиванию молоди севрюги при разных температурных режимах по методу разработанному ранее [2].

ФГУ «Темрюкский осетровый завод», специализируется на искусственном воспроизводстве осетровых рыб, с последующим выпуском молоди в Азовское море. Основными объектами выращивания является: русский осётр, севрюга, белуга и стерлядь. Осетровый завод вместе с другими государственными рыбоводными производственными предприятиями выполняет государственную программу по искусственному регулированию численности осетровых в бассейне Азовского моря.

В своей работе предприятие использует для воспроизводства на протяжении последних нескольких лет собственное доместичированое маточное стадо осетровых рыб. Завод является полносистемным осетровым рыбным хозяйством. Производственный цикл хозяйства включает все этапы рыбоводного процесса по выращиванию ремонтно-маточного стада, воспроизводству и выращиванию молоди осетровых рыб.

Проектная мощность хозяйства составляет 5 млн. экз. молоди осетровых рыб: 1 млн. русского осетра средней нормативной навеской 2,5 гр., 3,8 млн. севрюги средней навеской 1,5 гр. В последние годы госзаказ федерального агентства по рыболовству составляет 2 млн. молоди, который завод выполняет в полном объеме. В 2015 году выпуск молоди стерляди в естественные условия составил 1 млн. 200 тыс. штук, русского осетра - 750 тыс. штук и севрюги - 50 тысяч [3].

По мнению специалистов завода для повышения выживаемости особей в естественных условиях с 3-10% (которое наблюдается в настоящее время) до 20-40 % необходимо подращивать молодь до средней навески 5-10 г. Для этого необходимо выращивать личинок в бассейнах с замкнутым водоснабжением. Выращивание личинок в таких индустриальных условиях позволяет на 10-15% повысить их выживаемость.

Традиционно на рыбоводных предприятиях применяется прудовый метод выращивания молоди. Одним из перспективных направлений осетроводства в настоящий период считается перевод процесса выращивания на управляемую основу, т.е. освоение бассейнового метода выращивания с применением качественных искусственных кормов, который позволяет существенно увеличить выход рыбоводной продукции от икры до молоди.

Таким образом, для повышения эффективности работы Темрюкского осетрового завода необходима реконструкция отдельных цехов и дополнительное финансирование.

ГБУ КК «Кубаньбиоресурсы» представляет собой крупное предприятие, которое осуществляет свою деятельность по сохранению генетического фонда осетровых и реинтродукции молоди осетровых в природные водоемы на двух арендуемых производственных рыбоводных участках. Один из них - рыбоводное хозяйство Краснодарской ТЭЦ. Основу его составляет садковая линия, расположенная в сбросном канале водоёма-охладителя Краснодарской ТЭЦ (озеро Старая Кубань). Садки установлены в водоеме-охладителе. Имеется инкубационно-личиночный цех, водоснабжение возможно как из подающего (холодного), так и из сбросного (теплого) участка оз. Старая Кубань. Кроме этого предусмотрен подогрев подаваемой воды.

Второй рыбоводный участок расположен в зоне нижнего бьефа Краснодарского водохранилища в п. Читук-2 Республики Адыгея. Основные рыбоводные мощности предприятия составляют садки прудового типа – бетонированные пруды площадью от 0,05 до 0,40 га. Источник водоснабжения рыбоводного участка – Краснодарское водохранилище. Водоснабжение участка – самотечное, через пруд-отстойник площадью около 12 га. На рыбоводном участке имеется инкубационно-бассейновый цех, оборудованный инкубационными аппаратами. Это позволяет проводить инкубацию и выращивать необходимое для выполнения государственного задания количество молоди. Большая часть выращенной молоди выпускается в природные водоёмы края, оставшаяся – выращивается для пополнения ремонтно-маточного стада.

Основное различие между вышеперечисленными рыбоводными участками – температурный режим, который является одним из главных факторов, определяющих темп роста и скорость созревания рыб. В частности, рыбоводный участок Читук является предприятием с естественным температурным режимом (в летний период вода прогревается до 30-32 °С, в зимний – ее температура колеблется с 0,5 °С до 1,5 °С). Рыбоводное хозяйство Краснодарской ТЭЦ - тепловодное рыбоводное предприятие.

Выращивание опытной партии молоди севрюги с целью совершенствования технологии формирования и пополнения ремонтно-маточного стада на ГБУ КК «Кубаньбиоресурсы» осуществлялось на этих двух рыбоводных участках. Часть рыбы на период зимовки перевозили в садки на рыбоводное хозяйство Краснодарской ТЭЦ, где продолжалось ее выращивание при изменении температуры воды от 13,5 до 22 °С.

Таким образом, каждая опытная группа молоди имела разные по продолжительности периоды интенсивного выращивания (нагула) и зимовки (рисунок 1). Так, группа 1 выращивалась при естественном температурном режиме с двумя периодами нагула и двумя зимовки, группа 2 имела три периода нагула и один период зимовки на первом году жизни, группа 3 - три периода нагула и один период зимовки на втором году жизни, группа 4 выращивалась в интенсивном режиме без зимовок. Как следует из представленных на рисунке данных, интенсивность роста молоди зависела от режима выращивания. Более высокие показатели массы тела отмечены у рыб четвертой группы, зимовавшей в садках тепловодного рыбоводного хозяйства Краснодарской ТЭЦ.

Исследования репродуктивной системы показали, что особи севрюги в опытных группах 3 и 4 имели более развитую генеративную систему. Гонады самок и самцов хорошо идентифицировались при ультразвуковом исследовании. Большинство самок находились на II стадии зрелости, самцы – близко к III стадии. Гонадосоматический индекс (ГСИ) был

существенно выше, чем у особей из группы 1 и группы 2, и составил 3,3–4,1% у самок и 6,2 - 6,4% у самцов.

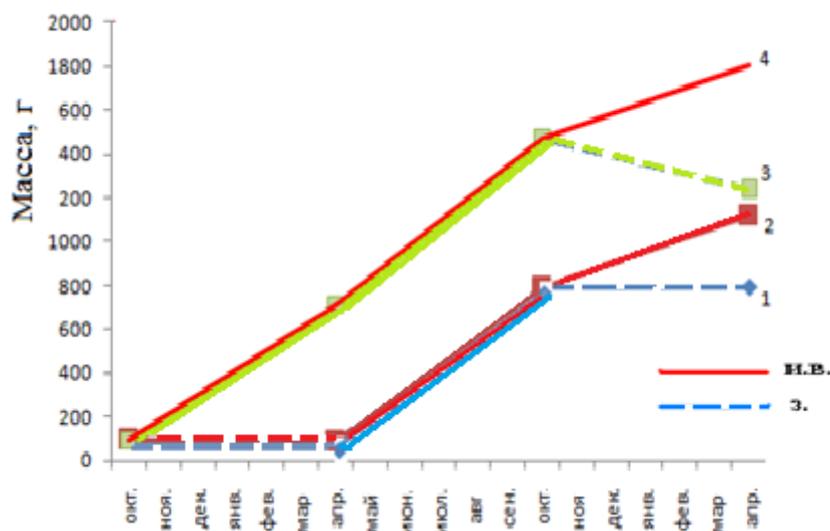


Рисунок 1 - Изменение массы молоди севрюги при разных режимах выращивания (и.в. – периоды интенсивное выращивание, з. – периоды зимовки в естественных условиях)

Таким образом, применение специальной технологической схемы, разработанной для стерляди [2], включающей увеличенные периоды нагула и сокращение периода зимовки на ранних этапах развития, позволяют также существенно ускорить половое созревание и особей севрюги, выращиваемых для формирования и пополнения маточного стада.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Чебанов М.С., Савельева Э.А. Осетроводство на Кубани // Рыбоводство и рыболовство. 1995. № 2. С. 10-13.
2. Чмырь Ю. Н. Биологические основы формирования гетерогенного маточного стада стерляди в бассейне р. Кубань: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Краснодар, 2002. 24 с.
3. В Темрюке в Кубань выпустили более миллиона штук малька стерляди // ТемрюкИНФО [Электронный ресурс]. URL: <http://temruk.info/novosti-goroda-i-rayona/v-temryuke-v-kuban-vyipustili-bolee-milliona-shtuk-malka-sterlyadi.html> (дата обращения: 15.03.2016).

TOWARDS THE METHODS OF IMPROVING THE GROWING YOUNGSTERS OF STURGEON FISH IN THE KRASNODAR TERRITORY

D.V. Pashkin, V. D. Zherebtsov

The features of artificial reproduction of sturgeon fish species in the enterprises of Krasnodar Territory are under discussion. The possibility of obtaining an earlier maturation of stellate sturgeon by reducing the wintering stay is shown.

ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ ГИГАНТСКОЙ УСТРИЦЫ
CRASSOSTREA GIGAS TH.

А.В. Пиркова, Л.В. Ладыгина

Институт морских биологических исследований РАН ФГБУН, г. Севастополь

Вид *Crassostrea gigas* состоит из множества популяций, которые не скрещиваются между собой по причине географической изоляции [6]. Такая изоляция приводит к биологической и эволюционной дифференциации популяций. В разных эколого-географических условиях создаются экотипы, отличающиеся как формой раковины, так и хозяйственно-ценными признаками. Признаки, которыми должны обладать культивируемые моллюски, рассеяны в природных популяциях, и являются источником генетического разнообразия. Сущность эколого-географического направления селекции гигантской устрицы состоит в том, чтобы разобщённые признаки объединить в потомстве [8]. В настоящее время, когда разработана биотехника полноциклического культивирования гигантской устрицы и происходит её разведение во многих странах, главной целью является генетическое улучшение, направленное на увеличение продукционных характеристик, и в первую очередь – темпа роста и выживаемости, особенно на ранних стадиях онтогенеза.

Материалы и методы. Работа выполнена в устричном питомнике ИМБИ РАН в 2015 г. Сформировано маточное стадо устриц, отобранных из природной популяции Японского моря (тихоокеанская когорта, возраст 1 год) и выращенных в питомнике побережья Испании (атлантическая когорта, возраст 3 года). Спат устриц, завезённый в из Японского моря, после прохождения карантина, был выставлен в садках на доращивание на мидийно-устричную ферму в бухте Карантинная (Чёрное море).

Проведены два типа скрещиваний по схеме:

♀♀ тихоокеанская когорта × ♂♂ атлантическая когорта;

♀♀ атлантическая когорта × ♂♂ тихоокеанская когорта.

Метод кондиционирования и стимуляции нереста производителей описаны ранее [2]. Нерест каждого производителя проходил в отдельном сосуде с профильтрованной морской воде и аэрацией. Для скрещивания отбирали одинаковое количество яйцеклеток от каждой самки и сперматозоидов – от самцов. Количество яйцеклеток подсчитывали в камере Богорова, используя микроскоп МБР-9; количество сперматозоидов и плотность культур микроводорослей – в камере Горяева с помощью микроскопа МБИ-6. Оплодотворение проводили в 10 л сосуде при плотности яйцеклеток 100 тыс./л. Через 15 мин. после оплодотворения яйцеклетки собирали на мельничном сите с диаметром ячеек 32 мкм, промывали морской водой и переносили в 125 л бак с профильтрованной морской водой и аэрацией. Личинок выращивали при оптимальной температуре воды (22,3 – 24,3°C) и плотности посадки, определённой ранее методами многофакторных экспериментов [2]. В течение первых суток выращивание проходило при плотности посадки 20 тыс. лич./л; на стадии велигера (2-6 сут.) – при 10 тыс. лич./л; на стадиях великонхи (7-16 сут.) и педивелигера (17-19 сут.) – 5 тыс. лич./л.

В качестве корма использовали 8 видов микроводорослей, культивируемых в питомнике: *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri*, *Tetraselmis suecica*, *Tetraselmis viridis*, *Dunaliella viridis*, *Chaetoceros calcitrans*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Rhodomonas salina*. Рацион личинок составляли с учётом стадии развития и их размеров. При переходе на последующие стадии в состав основного корма включали ещё *Chlorella vulgaris*. Эта водоросль синтезирует антибиотик «хлореллин», который уничтожает патогенную микрофлору, а также нейтрализует токсины, что способствует укреплению иммунитета личинок [1].

Количество личинок определяли как среднее значение в 1 мл, отбирая три раза штемпель-пипеткой, предварительно сконцентрировав их в 10 л морской воды. А

выживаемость личинок – как разницу между предыдущими и настоящими значениями, выраженную в процентах от начального количества.

В качестве субстратов для оседания личинок использовали специально подготовленные раковины мидий, пластмассовые чашки, деревянные бруски, раковины устриц, куски траловой дели. Спат подращивали в питомнике в течение 26 сут. в двух емкостях объемом 450 л с ежедневной сменой воды, постоянной аэрацией и подачей корма три раза в сутки (смесь восьми видов микроводорослей).

Индекс формы раковины производителей рассчитывали по формуле (1):

$$IF = \frac{(H + C)}{L}, \quad (1)$$

где H – высота, мм; C - толщина, мм; L – длина, мм раковины устриц [7].

Результаты исследований. Сравнение метрических характеристик производителей, отобранных для скрещивания, показало, что у тихоокеанской когорты устриц более плоская раковина, чем атлантической. Об этом можно судить по индексу формы: $IF = 1,65$ и $IF = 2,23$ соответственно у тихоокеанских и атлантических.

Среднесуточный прирост гибридных личинок на стадии велигера составил 8,2 мкм/сут., на стадиях великонхи и педивелигера - соответственно 20,4 и 25,2 мкм/сут., что выше максимальных значений прироста, установленных ранее для личинок, полученных при скрещивании производителей черноморской когорты [4].

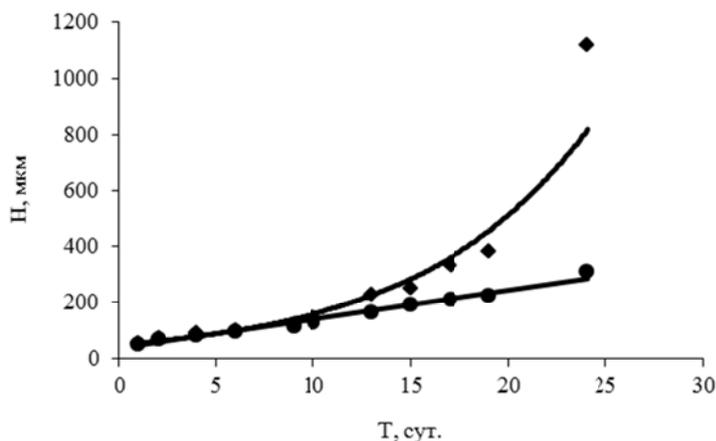


Рисунок 1 - Рост личинок гигантской устрицы *Crassostrea gigas*, полученных при скрещиваниях тихоокеанской с атлантической когортой (верхняя кривая) и особей черноморской когорты (нижняя кривая).

Динамика роста гибридных личинок удовлетворительно описывается экспоненциальной функцией (2):

$$H_t = H_0 \cdot e^{0,1043t}; R^2 = 0,9851, \quad (2)$$

где H_t (мкм) – высота раковины личинок за t – сут.; $1 \leq t, \text{сут.} \leq 19$; $H_0 = 54,078$ мкм; $e = 2,71828$ – основание натурального логарифма.

На протяжении всего периода выращивания выживаемость личинок была на уровне максимальных величин, отмеченных ранее для гетерозисных потомков гигантской устрицы [3], и составила около 70%.

Оседание гибридных личинок на субстрат произошло на 19 сут., тогда как личинки от скрещивания черноморской когорты, выращивание которых проходило при сходных условиях, осели на 26 сут. [4]. Среднесуточный прирост спата при подращивании в питомнике составил 180 мкм /сут. Его рост описывается линейной зависимостью (3):

$$H = 0,1777 \cdot t - 3,127; R^2 = 0,9927; (19 \leq t, \text{сут.} \leq 45). \quad (3)$$

В середине августа коллекторы со спатом гигантской устрицы размерами около 5 мм были выставлены на дорашивание на мидийно-устричную ферму в бухте Карантинная. Через три месяца средняя высота раковин достигла 46 мм ($14,7 \text{ мм} \leq H \leq 76,3 \text{ мм}$).

Заключение. Гибридную силу личинок и спата гигантской устрицы, можно объяснить тем, что у потомков, полученных в результате эколого-географического скрещивания, норма реакции на изменяющиеся условия среды расширяется до пределов исходных популяций, что было показано ранее на примере культивирования жемчужной устрицы. При скрещивании производителей, отобранных из географически изолированных природных популяций Японии и Китая, получены потомки, обладающие лучшими физиологическими характеристиками и физической структурой раковины, чем их родители [5].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Богданов, Н.И. Суспензия хлореллы в рационе сельскохозяйственных животных.– Волгоград: Здоровье и экология, 2007. 48 с.
2. Пиркова, А.В., Ладыгина, Л.В. Определение оптимальных условий роста и выживаемости личинок устрицы *Crassostrea gigas* (Th). // Рыбное хоз-во Украины (Спец. выпуск). 2004. № 7. С.174-177.
3. Способ выращивания гетерозисных личинок гигантской устрицы *Crassostrea gigas* (Th.) при культивировании в питомнике: пат. 2548104 / Пиркова А.В.; заявитель и патентообладатель Севастополь, Институт морских биологических исследований; опубликовано 10.04.2015, Бюл. №10 (II ч.). 8 с.
4. Холодов, В.И., Пиркова, А.В., Ладыгина, Л.В. Выращивание мидий и устриц в Чёрном море. Севастополь: DigitPrint, 2010. 424 с.
5. Culturing Pearl Oyster [Абстракт]: пат. JP2000354434 / Sakaguchi Rinzo; Application number: JP19990167046 19990614; Classification: - international: A01K61/00; A01K61/00; (IPC1-7): A01K61/00.
6. Miossec, L.; Ledouff, R.-M.; Couletquer P. Alien species alert: *Crassostrea gigas* (pacific oyster) // ICES Cooperative Research Report, 2009. № 299. 42 p.
7. Oheix, J., Coatanea, D. Essai d'affinage en mer d'huitres creuses *Crassostrea gigas* issus de l'étang de thau // Rapports internes de la Direction des Ressources Vivantes de l'IFREMER. RIDRV – 93024 RA / Palavas, 1993. 36 p.
8. Wilkins, N.P. The rationale and relevance of genetics in aquaculture an overview // Aquaculture. 1981. № 22. P. 209-228.

ECOLOGIC AND GEOGRAPHIC PRINCIPLES OF SELECTION OF GIGANTIC OYSTER CRASSOSTREA GIGAS TH.

A.V. Pirkova, L.V. Ladygina

There was formed a breeding stock of gigantic oyster *Crassostrea gigas* from geographically remote populations: the Sea of Japan and the coast of Spain. Group crossings gave off springs which were characterized with high growth tempo and high survival rate.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ МЕЗОНЕФРОСА В ЛИЧИНОЧНОМ ПЕРИОДЕ
КЛАРИЕВЫХ СОМОВ (CLARIIDAE)

А.В.Пирог, аспирантка кафедры «Гидробиологии и общей экологии»

О.В. Ложниченко, д.б.н., профессор.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Астраханский государственный технический университет», Астрахань, Россия, sofichka.pirog@yandex.ru

Аннотация. С каждым годом все большее внимание рыбоводов привлекает новый вид тепловодного разведения клариевый сом. Как известно основные органы и системы закладываются в раннем онтогенезе, поэтому для успешного воспроизводства необходимо провести гистологические исследования этого вида. Исследовались личинки клариевого сома на 20-е и 25-е сутки, выращенные в условиях УЗВ, в Краснодарском крае.

Во взрослом состоянии у рыб функционируют туловищные почки (мезонефрос), темно – красные рыхлые ленты, расположенные вдоль тела под позвоночником (1). Их работа начинается с ранних стадий развития и продолжается на протяжении всей жизни.

У личинок в возрасте 20 суток в строении мезонефроса было отмечено следующее. Так, почечные тельца сохраняли округлую форму. Капиллярные клубочки располагались по периферии капсул Шумлянского-Боумана и занимали практически весь объем мезонефральных телец.

Встречались почечные тельца, в которых капиллярные клубочки занимали всю полость мочевого пространства. Мочевое пространство в виде полумесяца было узким. Следует отметить, что в некоторых почечных тельцах имело место явление гипертрофии сосудистых клубочков. Гипертрофия сопровождалась набуханием клеток клубочка капилляров. В некоторых мочевых пространствах почечных телец находились форменные элементы крови.

Исследования структурно-функциональных особенностей мезонефронов у клариевых сомов показали, что имелись деструктивные процессы, среди которых были выявлены гипертрофия клубочков капилляров и заполнение ими всей полости мочевой капсулы. Подобные нарушения морфологической структуры мезонефроса являются неспецифическими для нормальной его структуры, и свидетельствует о нарушении в функционировании фильтрационного аппарата почек.

В возрасте 25 суток мезонефрос состоял из активно функционирующих структур – мезонефронов; рыхлой волокнистой неоформленной соединительной ткани, сопровождавшей сосуда, и межканальцевой гемопоэтической ткани. Мезонефроны состояли из почечных телец и канальцевой части соединяющейся с Вольфовым протоком. Мезонефральные тельца в свою очередь состояли из почечных капсул и сосудистых клубочков.

Следует отметить, что иногда отмечались почечные тельца с гипертрофированными сосудистыми клубочками, которые практически полностью занимали всю полость и мочевое пространство было в виде узкой щели.

Наряду с активными процессами формирования мезонефроса происходило и развитие воспроизводительной системы клариевых сомов. На гистологических препаратах обращает на себя внимание то, что к возрасту 25 дней этап закладки гонад еще не завершен. В этом возрасте наблюдается формирование полового валика, содержащего половые клетки с округлыми ядрами. Герментативный эпителий еще не имеет базальной мембраны. На основании вышесказанного можно сделать вывод, что половая система изучаемых клариевых сомов находилась на прегонадной стадии развития.

Таким образом, можно заключить, что мезонефрос был полностью сформированным органом, структурно-функциональными единицами которого, являлись мезонефроны, окруженные межканальцевой тканью. Однако развитие воспроизводительной системы не закончено.

Морфофункциональными особенностями мезонефроса в этом возрасте явились нарушения в фильтрационной части нефронов и самих телец, а также гипертрофии клубочков. Это сопровождалось изменением нормальной структуры почечных телец и выделением в полости мочевых пространств белковых масс. Кроме того, в межканальцевой ткани имелись разных размеров кровоизлияния и участки некрозов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Волкова О.В., Елецкий Ю.К. Основы гистологии с гистологической техникой. М.: Медицина, 1989. 234 с.

FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF MESONEPHROS IN THE LARVAL PERIOD CLARIID CATFISH

A.V. Pirog, O.V. Lojnichenko

Abstract. Every year more and more attention of farmers attracts a new kind of breeding warm-water clariid catfish. As you know major organs and systems are laid in early ontogeny, therefore, successful reproduction is necessary to conduct a histological study of this species. Studied larvae of clariid catfish on 20th and 25th day, grown in the Rec.A.S., Krasnodar region.

УДК 639.3.032:597.

САЗАНЫ ЕВРАЗИИ И ПОРОДЫ КАРПА

Поддубная А.В., Дементьев В.Н.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
“Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства”
(ФГБНУ “ВНИИПРХ”)
Россия, Московская обл. Дмитровский р-н, п. Рыбное
VNIPRH@mail.ru

Названием сазан (*Syrpinus carpio* L., 1758) обозначаются все эндемические формы сазана, не подвергшиеся селекции или смешиванию с другими видами. Естественный ареал вида состоит из двух частей: 1) водоемы Понто-Каспийско-Аральского региона и 2) бассейн дальневосточных рек и рек Юго-Восточной Азии, от Амура на севере до Юньнаня (Китай) и Бирмы на юге.

Выделяют до 4 подвидов сазана, из которых в водах России обитает два:

- европейский сазан (каarp) *S. carpio carpio* Linnaeus (1758), населяющий пресные и солоноватоводные водоемы бассейнов Северного, Балтийского, Средиземного, Черного, Азовского, Каспийского и Аральского морей, оз. Иссык-Куль. В Каспийском море выделяют 4 формы сазана: волжский, уральский, куринский, атрекский (туркменский) по названию соответствующих рек.

- амурский сазан (каarp) *S. carpio haematopterus* Temminck et Schlegel (1846), естественный ареал которого простирается от бассейна Амура до Южного Китая. В настоящее время он широко распространен в Азии, т.е. вне пределов естественного ареала. Встречается на Сахалине и Камчатке.

Сазан, проживающий в водоемах Евразии – исходная форма карпа. Родоначальником всех 5 европейских рас карпа является дунайский дикий карп (сазан) - *Cyprinus carpio*, известный в двух морфах: 1) морфа с удлиненным телом, *Cyprinus carpio morpha hungaricus*, 2) морфа высокоспинная, *Cyprinus carpio morpha elatus (acuminatus)*. Немецкие расы стали родоначальниками культурных пород карпа в разных странах [электронный ресурс - Карп - *Cyprinus carpio* Linne ...].

Путем долгой культуры и селекции из дикого карпа (сазана) европейскими селекционерами были выведены пять самостоятельных рас (пород), называемых по местностям, в которых они были созданы и преимущественно разводятся: 1) айшgrundская, 2) галицийская, 3) франкская, или тюрингенская, 4) лаузицкая и 5) богемская [Гримм, 1921].

Важнейшие морфологические признаки этих рас карпа те же, что и у сазана. Но у одних рас нарастание мяса идет в спинной части, преимущественно в вертикальной плоскости, у других — в горизонтальной (в толщину). Соответственно с этим все расы культурного карпа делятся на две основные группы:

I. Высокоспинные расы - высота тела рыбы (h) относится к его длине (%), как 1:2 (до 1:2,6); II. Широкооспинные расы - высота тела рыбы относится к ее длине, как 1 к 2,61 (до 1:3). Из высокоспинных рас наибольшее хозяйственное значение по скорости роста имеет галицийский «зеркальный карп». Из широкооспинных рас наиболее быстро растущей и выносливой является лаузицкая раса, известная в чешуйчатой разновидности. Распространена преимущественно в северной Германии.

Кроме того, различают четыре формы культурного карпа: чешуйчатую, разбросанную, линейную и голую. В этих формах, или разновидностях, могут являться почти все расы карпа.

В данном сообщении мы остановимся только на породах карпа стран Западной и Восточной Европы [Каталог пород ..., 2008], а также некоторых стран Восточной Азии.

Породы карпа (породные группы) Западной Европы

Галицийский карп – несомненно в его происхождении участвовал дунайский сазан. Он встречается в зеркальных разновидностях, а также голых. Эти карпы высокоспинные, теплолюбивые, быстрорастущие. Этот карп широко распространен в Польше, Германии, Венгрии и Украины.

Немецкий карп происходит от типично «культурных» галицийских зеркальных карпов, имеющих высокое тело (индекс высокоспинности превышает 40%).

Татайский – одна из старейших пород Венгрии, характеризуется высокой жизнеспособностью, хорошими товарными и вкусовыми качествами. В 1984 году татайский карп завезен в Республику Узбекистан и в Ставропольский край.

Фресинет - Румынский рамчатый карп. Создан путем сложного воспроизводительного скрещивания на основе местных карпов «Чефа» (6,25%), украинских (62,5%) и венгерских (31%) рамчатых карпов.

Известны некоторые другие европейские древние расы (породы) карпа - хумлецкий, линницкий, литомильский, крижуталовский,

Породы карпа (породные группы) стран Восточной Европы:

Украинский чешуйчатый и украинский рамчатый - высокоспинные, быстрорастущие, теплолюбивые рыбы. Распространены 4 внутривидовых типа: антонино-зозуленецкий, несвичский, любеньский, нивчанский. Породаиспытания не проходили. Антонине-зозуленецкие карпы - типичные представители украинских пород карпа. Несвичский внутривидовый тип создан на основе скрещивания галицийского карпа из местного стада рыбхоза "Несвич" Львовской области с антонино-зозуленецкими чешуйчатыми и рамчатыми карпами. Нивчанский карп - холодостойкий и зимостойкий карп, получен от скрещивания украинского чешуйчатого с ропшинским.

Парский карп – в селекции участвовали местные карпы Рязанской обл. России, украинский рамчатый карп и амурский сазан. Отличается быстрым ростом и высокой

плодовитостью. Московский чешуйчатый и московский разбросанный - внутривидовые типы парского карпа. Назначение – для II рыболовной зоны России .

Ропшинский карп чешуйчатый - создан путем селекции гибридов галицийского зеркального карпа с амурским сазаном. Отличается своей зимостойкостью. Предназначен для северо-западных районов России с коротким и прохладным летом.

Курский карп - применено скрещивание зеркального карпа с амурским сазаном, чешуйчатые (иногда - зеркальные). Статуса породы нет.

Тремлянский карп (Белоруссия)– использованы местные карпы «Тремля», а также производители и ремонт польского и украинского происхождения. Представлен двумя гомозиготными линиями (чешуйчатой и разбросанной).

Среднерусский карп (отводки) – применен метод синтетической селекции с использованием имеющихся на базе ВНИИПРХ в Московской обл. украинского, нивского, курского и загорского карпов (формирование породы еще не завершено).

Ангелинские породы карпа – при селекции карпа на устойчивость к заболеванию краснухой в Ангелинском рыбхозе (Краснодарский край) использованы три группы карпа: местные, с разбросанным типом чешуйного покрова (М); ропшинские чешуйчатые (Р), полученные из рыбхоза «Ропша» Ленинградской обл. и украинско-ропшинские помеси (УР), завезенные личинками из рыбхоза «Донрыбкомбинат (Донецкая обл.). Статус пород присвоен ангелинскому чешуйчатому и ангелинскому зеркальному карпам.

В последние десятилетия статус пород карпа в России получили 6 пород: для Среднего Поволжья - Анишский зеркальный, Чувашский чешуйчатый, Волжский рамчатый карпы и кросс Петровский), для Южного региона РФ - Селинский зеркальный и Ставропольский чешуйчатый [Государственный реестр..., 2013].

Породы карпа (породные группы) Сибири и стран Восточной Азии

Сарбоянский карп чешуйчатый. При создании применено сложное воспроизводительное скрещивание карпов белорусского происхождения с амурским сазаном. Предназначен для условий Западной Сибири с коротким жарким летом и длинной холодной зимой.

Алтайский карп зеркальный. Исходным материалом послужили одичавшие потомки галицийского карпа, завезенного на Алтай в 1932 г. Особенность алтайского карпа - повышенный рост, низкие кормовые затраты, высокая плодовитость, хороший выход филе). [

Казахстанский карп - в селекции используются нескольких мутагенных линий, полученных при воздействии химическими мутагенами на спермии карпа, отличается повышенной продуктивностью, жизнестойкостью и зимостойкостью.

Особым явлением в аквакультуре явилась акклиматизация амурского сазана в западных областях СССР начиная с 1937 г. Гибриды от скрещивания «чистых» пород карпа с амурским сазаном представляют особый интерес для рыболовных хозяйств Центрального и Северо-западного регионов России. Исследования Кирпичникова В.С. (1936, 1967) показали, что гибриды карпа и амурского сазана обладают сильным гетерозисом по росту.

В настоящее время карп один из основных объектов рыболовства в Европе и ряде стран Азии. По данным ФАО [Циркуляр 2005 г.] в 2005 г. в странах Центральной и Восточной Европы объем продукции карпа составлял 122,5 тыс.т (50% от общего объема аквакультуры). В России на период с 2016 до 2020 г. отраслевой программой [электронный ресурс - Приказ Минсельхоза РФ, 2015 г. № 10] предусматривается увеличить объем производства товарного карпа до 78 - 80% от общего объема товарной рыбы. В успешном решении этих планов несомненна роль пород карпов и их гибридов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гримм О.А. Беседы о прудовом хозяйстве. Петроград: 1921. С. 37- 45.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 2. Породы животных: официальное издание. М.: ФГБНУ

«Росинформагротех», 2013. 152 с.

3. Карп - *Cyprinus carpio* Linneus. [Электронный ресурс] URL: <http://fish-lar.ru/2013/02/karp-cyprinus-carpio-linne/> (дата обращения 21.03. 2016).

4. Каталог пород карпа (*Cyprinus carpio* L.) стран Центральной и Восточной Европы /ред. Богерук А.К. Изд.: Минсельхоз России. 2008.

5. Кирпичников В.С., Михайлов Ф.Н., Головинская К.А. О производственной гибридизации карпа с сазаном // Рыбное хозяйство СССР. 1936. № 5. С. 47 – 56.

6. Кирпичников В.С. Гибридизация европейского карпа с амурским сазаном и селекция гибридов. Л.: 1967. 70 с.

7. Приказ Минсельхоза РФ от 16 января 2015 г. N 10 "Об утверждении отраслевой программы "Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015-2020 годы". [Электронный ресурс]-URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70751534>. (дата обращения 21.03. 2016).

8. Циркуляр ФАО по рыбному хозяйству № 1017/5. Региональный обзор развития аквакультуры. 5. Регион Центральной и Восточной Европы – 2005.

SAZAN OF EUROASIA AND CARP BREED

A.V. Poddubnaya, V.N. Dement`ev

Federal State Budget Scientific Institution "All-Russian Research Institute of Freshwater Fisheries" (FSBSI "VNIIPRKh") Russia, Moscow area, Dmitrov region, p. Rybnoe
Adstract

Sazan subspecies and forms of Euroasia and their areals have been described. The list of carp breeds and hybruds of cultured carp x Amur sazan for countries of the South-western and Eastern Europa (Germany, Hungary, Poland, Roumania, the Chech Republic) as well as the Russian Federation, Ukraine, Belorussia, and Kasakhstan has been presented. The production volume of marketable carp in countries of the Central and the Eastern Europa been given at present and in prospect.

УДК 594.124:577.1(262.5)

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ПОСЕЛЕНИЙ МИДИИ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* НА МИГРАЦИЮ CU, ZN, CD, PB В АКВАТОРИИ МИДИЙНОЙ ФЕРМЫ (КРЫМ, ЧЕРНОЕ МОРЕ)

Н. В. Поспелова, Н.С. Челядина, Л.Л. Смирнова*

Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского, 299011

Севастополь, Нахимова 2 , e-mail: nvpospelova@mail.ru

*Севастопольское отделение Государственного Океанографического института им. Н.Н. Зубова, 299011 Севастополь, Советская 61

Мидийно-устричные фермы являются одним из перспективных направлений развития аквакультуры в прибрежных акваториях крымского побережья Черного моря. [Марикультура культивируемых..., 2007]. Искусственные поселения мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. становятся компонентами прибрежных сообществ и влияют на и экологическое состояние прибрежных акваторий. Одним из компонентов техногенного загрязнения морской среды являются токсичные тяжелые металлы (ТМ), которые относятся к группе консервативных поллютантов и могут длительное время мигрировать в прибрежных экосистемах – включаться в биологические пищевые цепи или оседать в составе взвеси на морское дно.

Показано [Поспелова, 2009], что в районе фермы в процессе фильтрации моллюски аккумулируют Cu, Zn, Cd, Pb. Однако эти металлы не только аккумулируются в тканях моллюска, но и выводятся в водную среду с фекалиями и псевдофекалиями, а во время

нереста и с половыми клетками [Chelyadina, 2015]. Поэтому экологическая роль ферм по выращиванию моллюсков-фильтраторов в прибрежных экосистемах носит противоречивый характер, а исследования перераспределения потоков токсичных ТМ через мидийные фермы являются актуальными как с теоретической, так и с практической точек зрения.

В работе рассчитаны потоки Cu, Zn, Cd, Pb на мидийной ферме (за месяц), расположенной на внешнем рейде г. Севастополя. Для этого района характерны не выходящие на поверхность апвеллинги и хороший водообмен. Объем акватории фермы площадью 1 га – около 120 тыс. м³, производительность – 50 тонн моллюсков товарного размера. Содержание металлов (Cu, Zn, Cd, Pb) определяли в течение 2003 – 2014 гг. во взвешенном веществе, в мягких тканях мидий товарного размера и биотложениях мидий (фекалии и псевдофекалии) методом пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии после кислотной минерализации исследуемых проб. Для расчета содержания ТМ в воде и раковине моллюсков на весь объем мидийной фермы использованы литературные данные [Козинцев, 2006, Марикультура культивируемых..., 2007].

Известно [Марикультура культивируемых..., 2007], что ТМ поступают в морскую воду различными путями: из атмосферных осадков, с речными стоками, сточными водами и от других локальных источников. В зависимости от физико-химического состояния морской среды они распределяются в толще воды, адсорбируются на поверхности взвеси. Мидии *M. galloprovincialis* в процессе фильтрации поглощают взвесь, в состав которой входит фитопланктон, усваивают органические и минеральные элементы. Неусвоенная часть выделяется в виде фекалий и псевдофекалий. Фильтрационная активность моллюсков на ферме приведена в таблице. Состав и динамика взвешенного вещества в акватории фермы изменяются в зависимости от сезона, что связано с биомассой фитопланктона, входящего в состав взвеси и являющегося основой кормовой базы мидий.

Таблица 1 - Сезонная фильтрационная активность моллюсков, динамика массы фитопланктона, суммарного взвешенного вещества и биоотложений *M. galloprovincialis* на мидийной ферме

Месяц	Скорость фильтрации мидий, м ³	Скорость потребления взвеси мидиями, г/сут	Взвесь, г сух. веса/ферму	Биомасса фитопланктона, г сух. веса/ферму	Сухая масса биоотложений, г сух. веса/сут
Август	65 000	136 500	252 000	13320	112 850
Ноябрь	67 000	73 700	132 000	1080	76 860
Январь	40 000	84 000	252 000	360	114 680

Максимальная биомасса фитопланктона приходится на летний период, когда обычно преобладают крупные клетки диатомовых водорослей. В этот же период скорость потребления взвеси была так же максимальной. Крупные формы микроводорослей (700-1000 мкм) не усваиваются моллюсками и выводятся с псевдофекалиями [Марикультура культивируемых..., 2007]. Если в августе взвесь формируется, в основном, за счёт фитопланктона и детрита образующегося при отмирании микроводорослей, то в зимний период в составе взвешенного вещества преобладают мелкие клетки микроводорослей (до 10 мкм), а так же неорганическая фракция, поступающая в воду в результате штормового перемешивания.

Среди факторов, влияющих на биоаккумуляцию ТМ мидиями, наиболее значима их концентрация в морской среде, где они распределяются между компонентами водной толщи (морская вода и взвешенное вещество). Максимальное количество ТМ содержится в морской воде. Однако основным источником их поступления в ткани мидий является взвесь. Процессы концентрирования ТМ мидиями из окружающей среды и последующего их

выведения с биоотложениями и половыми клетками является одним из звеньев биогеохимической миграции металлов в водной среде. Поток каждого из изученных металлов через мидийную ферму на этапах «поступление – накопление – выведение» (на примере августа, при максимальной скорости потребления взвеси и без учёта влияния нереста мидий и) приведен на рисунке 1.

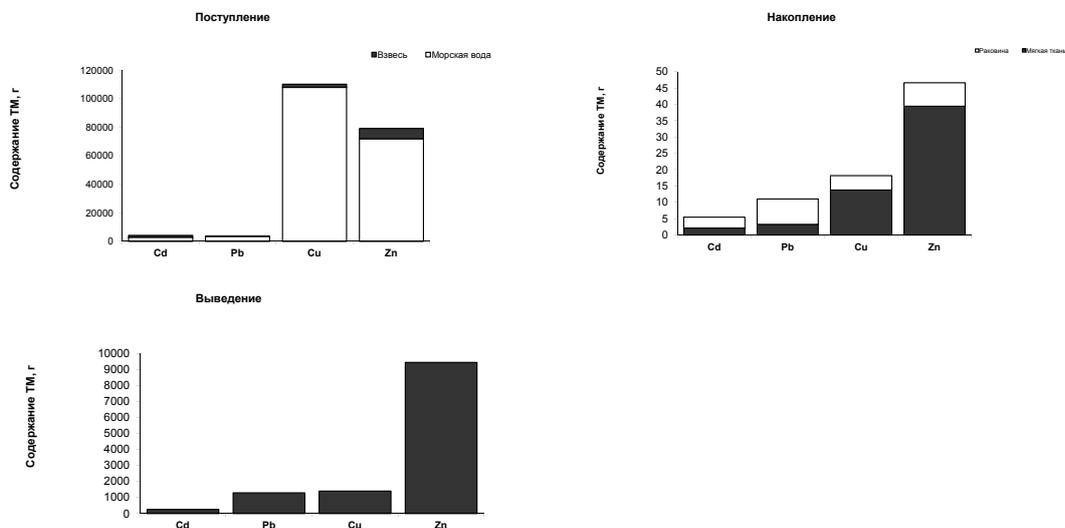


Рисунок 1 - Поток ТМ через мидийную ферму за август

В большем количестве в тканях мидий аккумулируются Zn (до 48 г/месяц) и Cu (до 18 г/месяц) и, что объясняется их биологической значимостью для гидробионтов [Franca etc, 2005]. Известно [Дехта, 1998], что элементный состав раковины моллюсков обладает консервативностью по сравнению с мягкими тканями; так, например, концентрация Cu в раковине практически не изменяется с ростом моллюсков [Челядина, 2009]. В мягких тканях мидий содержание всех указанных металлов зависит от сезона года, размера, пола, репродуктивного цикла *M. galloprovincialis* [Челядина, 2005, Chelyadina, 2015]. Полученные результаты показали значимую роль биоотложений при выведении ТМ из организма моллюска. В течение месяца в акваторию фермы выделяется с биоотложениями мидий до 9,4 кг Zn, 1,4 кг Cu, 1,3 кг Pb и 0,2 кг Cd, что может приводить к накоплению их в донных отложениях в районах размещения марихозийств.

Таким образом, мидии *M. galloprovincialis* в процессе фильтрации аккумулируют Cu, Zn, Cd, Pb, которые затем в составе фекалий и псевдофекалий поступают в донные отложения. Отмечено, что в летний период (август) содержание Zn в морской среде ниже по сравнению с Cu, однако в тканях моллюсков Zn аккумулируется в большем количестве и его концентрация в биоотложениях мидий в 9 – 10 раз выше, чем Cu. Следовательно, при массовом выращивании моллюсков продукты их жизнедеятельности могут изменять физико-химические характеристики донных отложений и оказывать влияние на экосистему бентоса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дехта В.А. Содержание химических элементов в раковинах и изменчивость их формы у мидий *Mytilus galloprovincialis* прибрежной зоны Чёрного моря // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоёмов Азово-Черноморского бассейна: сб. науч. тр., Ростов-на-Дону, АЗНИИРХ. 1998. С. 312–319.
2. Козинцев А.Ф. Сезонная динамика содержания тяжёлых металлов в мидии (*Mytilus galloprovincialis*) из бухты Казачья Чёрного моря // Морской экологический журнал. 2006. Т. 5, № 4. С. 41–47.
3. Марикультура мидий на Чёрном море / под ред. В.Н. Иванова. Севастополь: НПЦ

«ЭКОСИ-Гидрофизика», 2007.

4. Пospelova Н.В. Нехорошев М.В. Поток металлов на модульном мидийном хозяйстве (взморье г. Севастополя) // Рибне господарство України. 2009. № 5. С. 34-35.

5. Чeлядина Н.С. Смирнова Л.Л. Содержание меди в генеративной ткани черноморской мидии и вариабельность этого показателя в зависимости от пола и стадии зрелости гонад // Экология моря. 2005. Вып. 68. С.63–67.

6. Чeлядина Н.С. Смирнова Л.Л. Вариабельность морфометрических показателей и содержания меди в раковинах коллекторных *Mytilus galloprovincialis* Lam. // Экология моря. 2009. Вып. 78. С.90–94.

7. Chelyadina N.S., Pospelova N.V., Kopytov Yu.P. Distribution of Copper in the Tissues of Males and Females of *Mytilus galloprovincialis* // Hydrobiological Journal. 2015. Vol. 51(4). P. 74–79.

8. Franca S., Vinagre C., Cacador I., Cabral H.N. Heavy metal concentrations in sediment, benthic invertebrates and fish in three salt marsh areas subjected to different pollution loads in the Tagus Estuary (Portugal) // Marine Pollution Bulletin. 2005. Vol. 50. P. 993–1018.

INFLUENCE OF MUSSELS *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* ARTIFICIAL SETTLEMENTS ON MIGRATION CU, ZN, CD, PB IN WATER AREA OF MUSSEL FARM (CRIMEA, THE BLACK SEA)

Pospelova N.V., Chelyadina N. S., Smirnova L. L.

There were presented the flow of heavy metals (Cu, Zn, Cd, Pb) in the system "suspended matter – cultivated mussels – biodeposits". Degree of mussel involvement in the removal of significant amount of heavy metals from suspended matter and sedimentation ones with biodeposits was estimate.

УДК 594.124: 574.64 (262.5)

КОНЦЕНТРАЦИЯ МЫШЬЯКА В МИДИИ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM. – ПЕРСПЕКТИВНОМ ОБЪЕКТЕ МАРИКУЛЬТУРЫ НА ЧЁРНОМ МОРЕ

В.И. Рябушко, А.Ф. Козинцев, А.М. Тоичкин

Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН,
Севастополь, e-mail: rabushko2006@yandex.ru

Выращивание морских организмов является в настоящее время одним из важнейших направлений хозяйственной деятельности человека. Однако для её осуществления необходима оценка степени загрязнённости среды опасными для здоровья человека и морских организмов элементами. Одним из таких токсикантов является мышьяк - широко распространенный микроэлемент, как природного происхождения, так внесенный в среду в результате хозяйственной деятельности человека. Накапливаясь в гидробионтах в больших количествах, он является сильнейшим ядом [6-10]. Для морских организмов, которых используют в пищевых целях, разработаны нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) мышьяка на основе законодательных актов по гигиеническому нормированию. По данным СанПиН 42-123-4089-86 ПДК мышьяка в продовольственном сырье составляет 2,0 мг на кг сырой массы [3], что соответствует примерно 10,0 мкг As · г-1 сухой массы.

Определение концентрации мышьяка в тканях моллюсков необходимо не только в связи с их использованием как объектов марикультуры, но и как биоиндикаторов в оценке загрязнений морской среды различными поллютантами [2, 4, 5]. В связи с этим, двустворчатый моллюск мидия *Mytilus galloprovincialis* отвечает основным требованиям, предъявляемым к организмам-биоиндикаторам [13]. Двустворчатые моллюски, в том числе

мидии, ведут прикрепленный образ жизни, имеют фильтрационный тип питания, высокую толерантность к загрязняющим веществам, широкий ареал обитания, легкодоступны при отборе проб. С помощью организмов-биоиндикаторов, таких как мидия, которые накапливают химические элементы в своих тканях в зависимости от концентрации этих поллютантов в водной среде, можно получить интегральную характеристику уровня загрязнения прибрежных акваторий.

Целью данной работы - определить концентрацию мышьяка в мягких тканях мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam., обитающих в бухтах и на мидийно-устричной ферме, расположенных вблизи г. Севастополь (Крым, Черное море), в зависимости от размера и возраста моллюсков. Материалом для исследований послужили двустворчатые моллюски *Mytilus galloprovincialis*, собранные с глубин до 5 м из поселений мидии в бухтах: Севастопольская (район гидроэлектростанции), Казачья (район Океанариума МО РФ, заказник «Бухта Казачья») и Ласпинская, а также в марихозьяйстве, расположенном на выходе из Карантинной бухты.

Индивидуальный возраст моллюсков определяли по методу В.Н. Золотарева [1, 12]. Раковины распиливали мелкозернистым алмазным диском от макушки к нижнему краю. Срез шлифовали и подсчитывали под микроскопом слои роста в раковине. Ткани мидии высушивали при температуре 105°C. Пробы тканей подвергали мокрой кислотной минерализации. Концентрацию мышьяка в пробах определяли с помощью атомно-абсорбционного спектрофотометра ААС-30 [11], а также на анализаторе АВА-3 методом инверсионной вольтамперометрии. Концентрация мышьяка выражена в мкг элемента на грамм сухой массы образца.

Концентрация мышьяка в мягких тканях мидий увеличивается с длиной раковины и индивидуальным возрастом моллюсков, и хорошо описывается степенной функцией с высокими коэффициентами детерминации (рисунок 1,2). Установлено, что содержание As в мягких тканях мидии из Ласпинской бухты достоверно выше, чем у моллюсков из Казачьей и Севастопольской бухт.

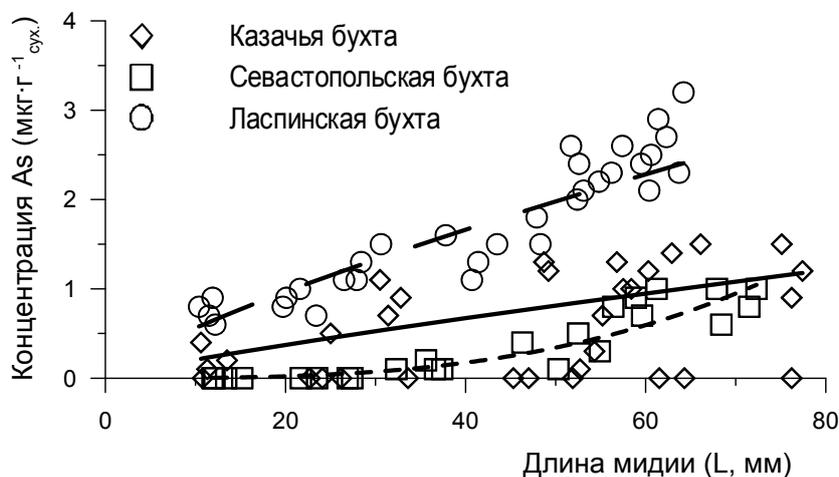


Рисунок 1 - Зависимость концентрации мышьяка в мягких тканях мидий *Mytilus galloprovincialis* от длины раковины.

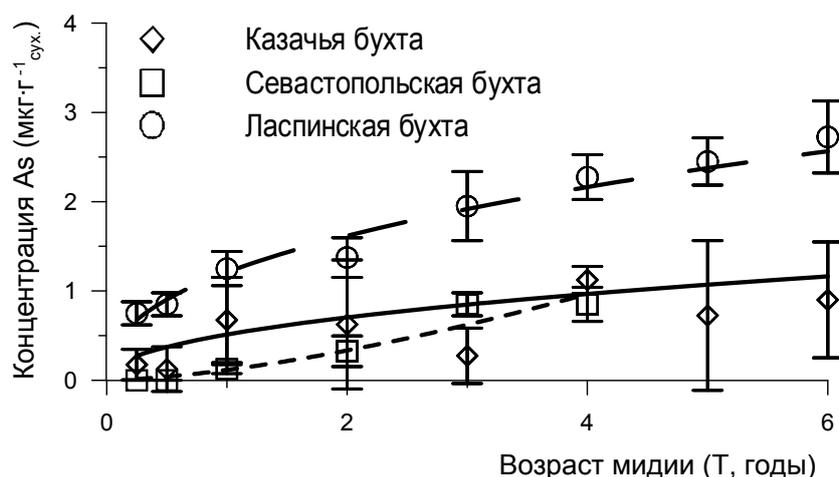


Рисунок 2 - Зависимость концентрации мышьяка в мягких тканях мидий *Mytilus galloprovincialis* от возраста моллюска.

Концентрации As в морской воде находятся в диапазоне 0,0043 - 0,0167 мг·л⁻¹. Превышение ПДК мышьяка для морской воды (по нормативам для рыбохозяйственных водоёмов) составило 0,002 – 0,007 мг·л⁻¹ в летние месяцы для придонных слоёв воды.

В донных осадках Карантинной бухты (под установками для культивирования мидии и устрицы) концентрация As находится в диапазоне от 12,0 до 51,37 мкг·г⁻¹ сух. массы. Превышение допустимых концентраций мышьяка почти в два раза отмечено только в июне.

В целом, несмотря на превышение допустимых концентраций As в морской воде в некоторые летние месяцы, общее содержание мышьяка в мягких тканях культивируемых мидий не превышает ПДК для пищевых продуктов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Золотарев В.Н. Склерохронология морских двустворчатых моллюсков. Киев: Наук. думка, 1989. 112 с.
2. Козинцев А.Ф., Рябушко В.И. Накопление тяжёлых металлов в мидиях, культивируемых в бухте Казачья Чёрного моря // Морські біотехнічні системи. Севастополь. 2002. Вип. 2. С. 222–230.
3. Предельно допустимые концентрации тяжёлых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах. СанПиН 42–123–4089–86. Общесоюзные санитарно-гигиенические и санитарно-противоэпидемические правила и нормы. М.: Минздрав СССР, 1986. 11 с.
4. Рябушко В.И., Козинцев А.Ф., Костова С.К., Парчевская Д.С., Шинкаренко В.К. Концентрация ртути в воде, донных отложениях и мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. на шельфе Крыма (Чёрное море) // Морской экологический журн. 2005. Т. 4, № 3. С. 79–87.
5. Рябушко В.И., Козинцев А.Ф., Макаруч Т.Л., Шинкаренко В.К. Содержание тяжёлых металлов в мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. из бухты Казачья Чёрного моря // Морські біотехнічні системи. Вип. 2. Севастополь. 2002. С. 215–221.
6. Танеева А.И. Биохимические изменения гемолимфы черноморской мидии под влиянием мышьяковистого ангидрида (экспериментальные данные) // Экология моря. 1980. Вып. 4. С. 66 – 71.
7. Танеева А.И., Авдеева-Марковская Е.Б., Бергер В.Я., Голиков А.Н., Скарлато О.А. К механизму токсического действия мышьяка на черноморских мидий: Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. Л., 1979. С. 115 – 116.
8. Танеева А.И., Авдеева-Марковская Е.Б., Бергер В.Я., Голиков А.Н., Скарлато О.А. Влияние мышьяка как антропогенного фактора на *Mytilus galloprovincialis* Lam.:

Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. Л., 1979. С. 116 – 118.

9. Танеева А.И., Белоус О.А. Токсическое действие мышьяксодержащих соединений черноморских двустворчатых моллюсков // Экология моря. 1982. Вып. 11. С. 88–95.

10. Танеева А.И., Заика В.Е., Калугина-Гутник А.А., Киселёва М.И. и др. Токсическое действие мышьяка на черноморских мидий: 2-я Всесоюзн. конф. по биологии шельфа (Севастополь, 1978 г.). Ч. 2. Киев, 1978. С. 109–110.

11. Хавезов И., Цалев Д. Атомно-абсорбционный анализ. Л.: Химия, 1983. 144 с.

12. Шурова Н.М., Золотарев В.Н. Сезонные слои роста в раковинах мидии Чёрного моря // Биол. моря. 1988. № 1. С. 18–22.

13. Heller J. Longevity in mollusks // Malacologia. 1990. Vol. 31. P. 259–295.

THE CONCENTRATION OF ARSENIC IN THE MUSSEL MYTILUS GALLOPROVINCIALIS LAM., CULTIVATED IN THE BLACK SEA

V.I. Ryabushko, A.F. Kozincev, A.M. Toichkin

Dependence As concentration in the mussels from the length shells and the individual age shellfish described by a power function. The content of As in the cultured mussels does not exceed the allowable concentrations for food.

УДК 664.371

ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ МОЛОДИ СИГА, ВЫРАЩИВАЕМОЙ НА РАЗНЫХ КОРМАХ

Г.Г. Серпунин, Е.В. Шахова*, И.И. Скаржепа

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

Россия, 236022 г. Калининград, Советский пр-т, 1, e-mail: serpunin@klgtu.ru

*ФГБНУ «Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» Россия, 236022 г. Калининград, Дм. Донского, 5,
e-mail: lampetra_777@mail.ru

В настоящее время большинство рыболовных хозяйств России для выращивания ценных видов рыб использует дорогостоящие импортные корма, которые в сравнении с отечественными кормами характеризуются высоким качеством. В последнее время у нас в стране разрабатываются новые рецептуры стартовых кормов для молоди рыб, не уступающих по качеству импортным кормам, но и не снижающие рентабельность производства рыбы. Апробация кормов новых рецептур обязательно должна проходить с учетом оценки физиологического состояния выращиваемых на них рыб, чтобы более точно установить их влияние на рост и развитие объектов рыбоводства. Качество кормов и их питательные свойства в первую очередь влияют на картину крови рыб, которую в связи с ее высокой чувствительностью необходимо использовать в качестве критерия оценки физиологического состояния объектов рыбоводства.

В 2015 г. сотрудниками ФГБНУ «АтлантНИРО» были разработаны две новые рецептуры стартового гранулированного корма для молоди сига на основе рыборастиельных компонентов. Корм рецептуры 2 был дополнительно подвергнут сухой экструзии. Апробация кормов, разработанных по новым рецептурам, была проведена на базе экспериментального цеха ФГБУ «Запбалтрыбвод» по выращиванию молоди сига в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ). Контрольную группу рыб кормили импортным кормом Aller Futura, применяемым при выращивании молоди сига в ФГБУ «Запбалтрыбвод» в целях искусственного воспроизводства. Опытные группы рыб 1 и 2 кормили кормами рецептур 1 и 2. Апробацию новых кормов проводили в двух повторностях. Перед началом испытания

кормов рыбу не кормили двое суток. В контрольных и опытных бассейнах УЗВ в период испытания кормов контролировали температуру и гидрохимические показатели, которые, как показало исследование, во всех бассейнах были схожи.

Первый этап оценки физиологического состояния молоди сига по показателям крови проводилась в период с 15 по 26.07.2015 г. Первое взятие крови выполнили 16 июля перед началом кормления опытных групп рыб кормами испытуемых рецептур. Кормление исследуемой рыбы начали 17 июля. Через 10 дней повторно взяли кровь на анализ. Кровь брали у рыб из хвостового гемального канала прижизненно. Гематологические исследования проводили по единым отработанным нами методикам [2]. Концентрацию гемоглобина определяли гемиглобинцианидным методом на спектромоме, концентрацию эритроцитов – пробирочным методом, концентрацию лейкоцитов – косвенным методом. Подсчет лейкоцитарной формулы осуществляли на мазках, используя для идентификации форменных элементов классификацию клеток крови Н.Т. Ивановой [1]. Статистическую обработку выполняли, используя программный пакет «Microsoft Excel». Достоверность различий устанавливали, используя критерий Стьюдента.

Отсутствие достоверных различий по всем исследованным показателям молоди сига между двумя повторностями в контроле и в опытах с испытуемыми кормами двух рецептур, позволило нам объединить данные двух повторностей и сравнить контрольную группу рыб с опытными группами.

В начале исследования (16 июля) средняя масса сига в контрольных и опытных бассейнах составляла 3,08 г. Через 10 дней выращивания у молоди сига достоверных различий по массе и длине тела контрольных и опытных рыб обнаружено не было (таблица 1). Анализ показателей красной крови: концентрации гемоглобина, эритроцитов и содержания гемоглобина в эритроците - не выявил достоверных различий между молодью сига, в контроле (молодь, выращиваемая на корме Aller Futura) и в опытах 1 и 2 (соответственно на кормах рецептов 1 и 2) (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели молоди сига из контрольных и опытных групп

Показатели	Контроль	Опыт 1	Опыт 2
Масса, г	5,10±0,49	4,27±0,24	4,44±0,29
Длина промысловая, см	8,03±0,21	7,83±0,14	7,86±0,18
Hb, г · л ⁻¹	58,54±4,09	53,21±3,46	53,43±2,37
Эр, Г · л ⁻¹	0,873±0,064	0,990±0,045	0,904±0,041
СГЭ, пг	69,93±7,43	55,46±4,55	60,70±3,88
Тромбоциты, Г · л ⁻¹	35,33±5,48	41,15±4,33 *	27,50±4,27 *
Л, Г · л ⁻¹	12,50±3,05 ²	36,54±6,78 ^{2*}	13,04±2,20 ^{2*}
Тени ядер эритроцитов, Г · л ⁻¹	16,86±2,82	14,38±3,34	15,17±3,70
Эритроциты измененной формы, Г · л ⁻¹	34,00±11,72	16,25±8,04 *	97,75±32,81 *
Оксифильные нормобласты, Г · л ⁻¹	14,25±2,22 ³	11,00±3,07 *	3,14±0,67 ^{3*}
Лейкоцитарная формула, %:			
промиелоциты нейтрофильные	2,00±0,27 ³	1,00±0,00 ^{3**}	2,00±0,28 **
миелоциты нейтрофильные	3,23±0,48	2,64±0,65	3,00±0,43
метамиелоциты нейтрофильные	6,93±1,72	7,85±1,66	7,58±0,99
палочкоядерные нейтрофилы	4,93±1,23 ¹	9,08±1,66 ¹	7,77±1,87
сегментоядерные нейтрофилы	4,69±1,24	4,64±0,82	6,08±1,52
Всего нейтрофилов	19,33±3,96	23,31±4,19	21,93±4,49
псевдобазофилы	2,13±0,30	2,50±0,50	1,90±0,31

Продолжение таблицы 1

Показатели	Контроль	Опыт 1	Опыт 2
псевдоэозинофилы	-	0,31±0,22	0,14±0,14
моноциты	0,07±0,07	-	-
большие лимфоциты	16,67±1,65	15,54±3,57	15,86±3,10
малые лимфоциты	62,80±4,68	60,08±4,40	60,71±5,01
Количество рыб	15	13	14

Примечания:
 1 ^{1, 2, 3} – различия между контролем и опытом достоверны соответственно при $p < 0,05$; $0,01$ и $0,001$.
 2 *, **, *** - различия между опытом 1 и опытом 2 достоверны соответственно при $p < 0,05$; $0,01$ и $0,001$.

Микроскопический анализ морфологии клеток красной и белой крови молоди сига, выращиваемой на различных кормах, позволил выявить достоверные различия между молодью из контроля и молодью из опыта 1 (корм рецепта 1) по трем показателям, и по одному показателю с молодью из опыта 2 (корм рецепта 2) (рисунок 1). У молоди из опыта 1 оказались достоверно выше концентрация лейкоцитов (при $p < 0,01$) и доля палочкоядерных нейтрофилов (при $p < 0,05$), и ниже доля промиелоцитов нейтрофильных (при $p < 0,001$).

Молодь сига из опыта 2 имела существенно меньший процент оксифильных нормобластов (при $p < 0,001$) по сравнению с молодью из контроля (рисунок 1).

При сравнении молоди сига, выращиваемой на кормах рецептуры 1 и рецептуры 2 (опыт 1 и опыт 2), установлены достоверные различия по пяти показателям крови: концентрации тромбоцитов и лейкоцитов, проценту промиелоцитов, оксифильных нормобластов и клеток с измененной формой (рисунок 2). У первых оказались существенно больше концентрация тромбоцитов и лейкоцитов, а также доля оксифильных нормобластов (соответственно при $p < 0,05$; $0,01$ и $0,05$). У вторых в периферической крови достоверно больше было промиелоцитов и эритроцитов измененной формы (соответственно при $p < 0,01$ и $0,05$), что свидетельствует о менее благополучном их физиологическом состоянии.

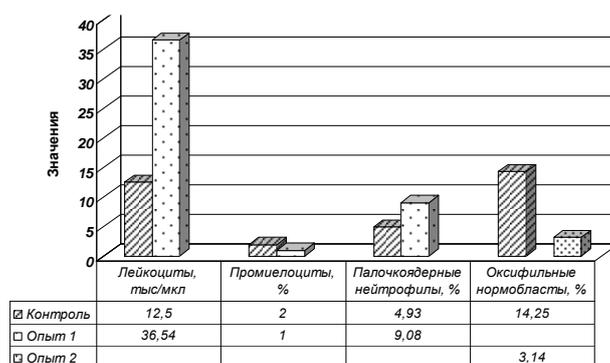


Рисунок 1 – Достоверные различия показателей крови молоди сига, выращиваемой на различных кормах

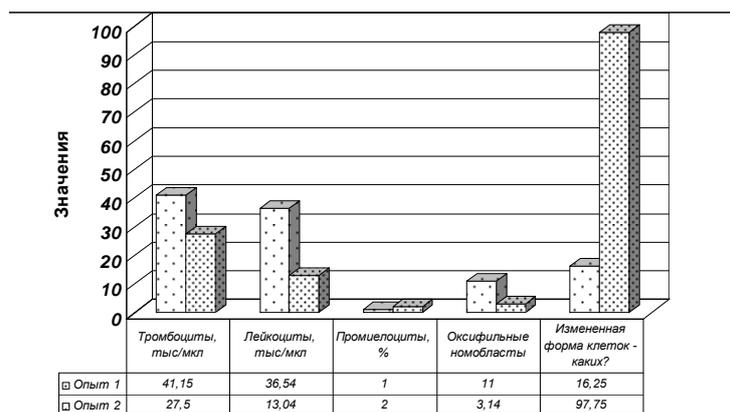


Рисунок 2 – Достоверные различия показателей крови молоди сига, выращиваемой на кормах рецептов 1 и 2

В целом сравнительный анализ показателей крови исследованной молоди сига свидетельствует о более благополучном физиологическом состоянии контрольной молоди. Минимальный уровень СГЭ и максимальная концентрация тромбоцитов и лейкоцитов в совокупности, отражающая нарушение метаболизма у молоди из опыта 1, позволяют судить о менее благополучном ее состоянии в сравнении с молодью из опыта 2. Последнюю молодь нельзя считать физиологически полноценной, поскольку у нее также происходит нарушение обменных процессов, о чем свидетельствует высокий уровень эритроцитов измененной формы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. 184 с.
2. Серпунин Г.Г., Савина Л.В. Методы гематологических исследований рыб. Калининград, 2005. 53 с.

BLOOD INDICES OF JUVENILE WHITEFISH, GROWN ON DIFFERENT FEEDS

Serpunin G.G., Shakhova E.V., Skaryepa I.I.

Analysis of the blood of the three test groups of juveniles reared whitefish, fed on the Aller Futura feed and two new domestic feeds, showed that the juvenile whitefishes fed with domestic feed formula 1 had a better physiological condition.

УДК 594.121

ПРОДУКЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ЭЛИМИНАЦИЯ В ПОПУЛЯЦИИ ПЛОСКОЙ УСТРИЦЫ ЛИМАНА ДОНУЗЛАВ

Н.А. Сытник, к.б.н., доцент кафедры «Водные биоресурсы и марикультура»
 А.В. Грищенко, магистрант кафедры «Водные биоресурсы и марикультура»
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Керченский государственный морской технологический университет», Керчь, Российская Федерация; e-mail: amtek-kerch@mail.ru; leha.grishchenko@bk.ru.

Исследованы особенности линейного и весового роста устрицы (Ostrea edulis L.) в лимане Донузлав в течение трёхлетнего периода выращивания. На основе данных по росту и изменению численности моллюсков в процессе выращивания рассчитаны значения продукции

и элиминации, а также определена зависимость P/V -коэффициента от времени выращивания

Плоская (съедобная или грядовая) устрица – *Ostrea edulis* L. является одним из наиболее ценных видов двухстворчатых моллюсков, обитающих в Чёрном море [6, 8]. В связи с тем, что запасы этого вида в середине прошлого столетия катастрофически сократились [3, 4], научно-исследовательскими институтами России и Украины были начаты работы, направленные на разработку методов культивирования этого вида [7, 8].

В настоящее время существует весьма значительное число публикаций по росту *Ostrea edulis* в акваториях различных стран мира [11, 12], однако данные по вопросам скорости продуцирования биомассы и элиминации плоской устрицы в Черном море весьма ограничены. Вместе с тем, для разработки оптимальной биотехнологии культивирования этого вида большое значение имеют такие параметры жизнедеятельности, как рост моллюсков [1, 5] и общая величина продукции, т.е. суммарная биомасса, образованная (синтезированной) в популяции, включая ее элиминированную часть.

Работы на плоской устрице проводили на экспериментальной базе ЮгНИРО в лимане Донузлав (западный Крым) в 2001-2003 гг.

Для изучения роста устриц проводили измерения длины, высоты и толщины (ширины) моллюсков, а также определяли индивидуальную живую массу особей.

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

Анализ изменений средней высоты и массы когорты устриц в течение 3-летнего периода выращивания показал (рисунок 1), что, как и у других видов моллюсков, ее линейный рост можно аппроксимировать уравнением Л. Берталанфи [1, 2, 5]:

Однако указанные теоретические кривые хорошо передают лишь общую тенденцию роста устриц, но не характеризуют сезонных изменений скоростей роста, в частности, периоды ускорения, замедления и его полной остановки (которая длится около 5 месяцев). В связи с этим представлялось целесообразным более детально проанализировать в сравнительном плане динамику скоростей линейного и массового роста.

Было обнаружено, что максимальные значения прироста высоты ($P_{h \max}$) устриц наблюдались у сеголетков, а у 2-х и 3-х - леток происходило устойчивое снижение этого показателя. В то же время максимальные значения массового роста имели место на 2-м году жизни.

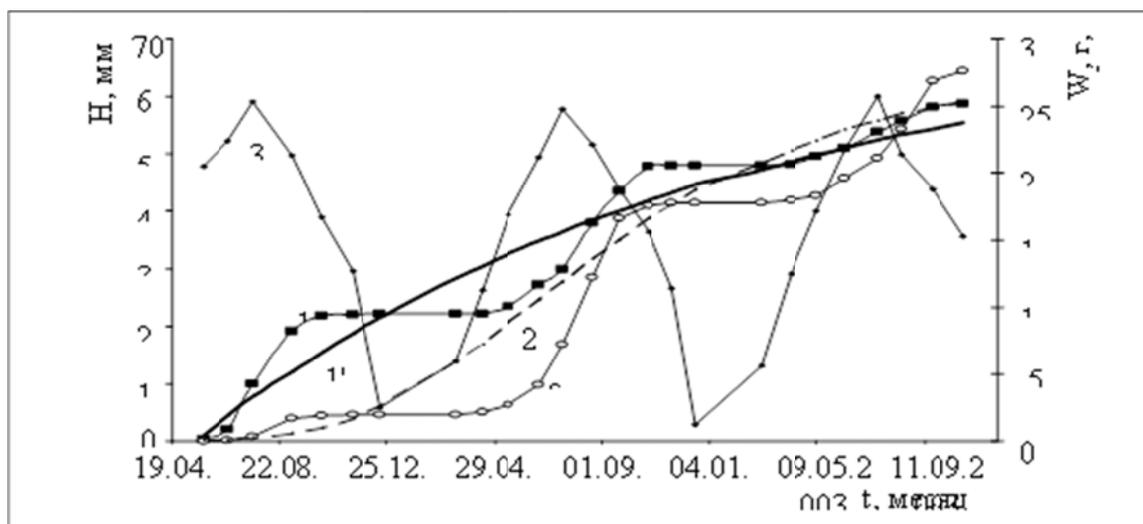


Рисунок 1 - Кривые линейного (1) и весового (2) роста устриц, выращиваемых в лимане Донузлав. 1' и 2' – теоретические кривые соответственно линейного (уравнение Берталанфи) и весового (уравнение Гомпертца) роста, 3 – температура воды.

Отмечена асинхронность изменения скоростей роста устрицы в процессе онтогенеза (рис. 2). Максимальные значения скорости линейного роста ($0,322 \text{ мм} \cdot \text{сут}^{-1}$) приходились на температуру $25-26 \text{ }^\circ\text{C}$, тогда как темп массового прироста приходился на температуру $21-23 \text{ }^\circ\text{C}$. В тоже время температура биологического нуля (остановки роста) была в пределах $8-10 \text{ }^\circ\text{C}$, для массового и $11-13 \text{ }^\circ\text{C}$ для линейного роста. По-видимому, асинхронность скоростей линейного и массового роста, имеющая место в летне-осенний период годового цикла, обусловлена как разной чувствительностью соматической и генеративной тканей к температуре воды, так и репродуктивной активностью моллюсков.

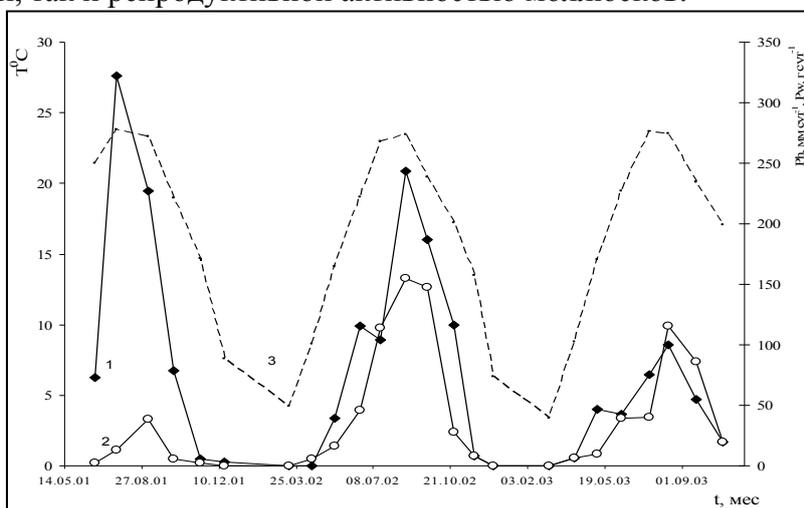


Рисунок 2 - Динамика скоростей линейного (1) и весового (2) роста устриц, выращиваемых в лимане Донузлав (3 – средняя температура воды за исследуемый период).

На основе данных по росту и изменению численности моллюсков в процессе выращивания были рассчитаны значения продукции и элиминации в популяции устриц (рисунок 3).

На 1-м году жизни продукция моллюсков на коллекторах была сравнительно невысока и составляла $1261,7 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$, а доля ее элиминированной части составляла 24 %. На 2-м году жизни скорость продуцирования биомассы резко возросла до $5587 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$, причем абсолютная величина элиминированной биомассы также увеличилась до $1051,3 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$, 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 $1441 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$. По сравнению с предыдущим годом абсолютное значение элиминированной части также уменьшилось до $932 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$, но относительная ее доля в общей продукции резко возросла до 63,4 % [9]. 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 (рисунок 4). В общем виде зависимость P/B -коэффициента от времени выращивания (t , год) можно описать степенным уравнением вида:

$$P/B = 3,85 \cdot t^{-2,18}, \quad r = 0,928 \quad (1)$$

С помощью данного уравнения можно прогнозировать изменение удельной продукции в процессе выращивания популяции устриц в лимане Донузлав [10].

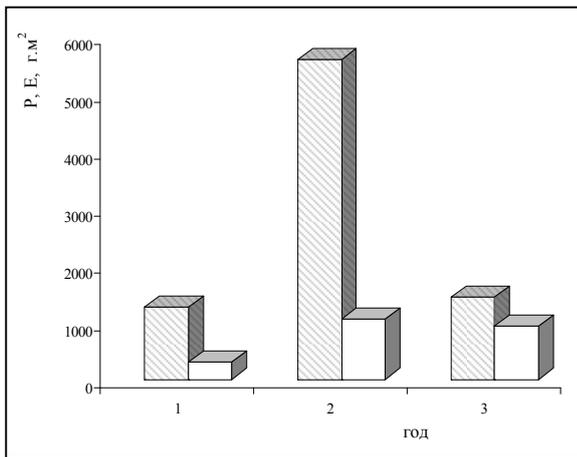


Рисунок 3. Изменение продукции (заштрихованные столбцы) и элиминации (светлые столбцы) в популяции плоской устрицы в течение 3-летнего выращивания.

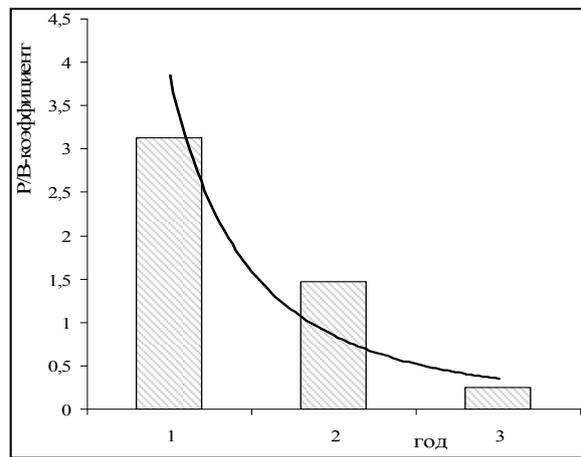


Рисунок 4. Изменение P/B -коэффициента в популяции плоской устрицы в процессе 3-летнего выращивания. Сплошная линия – теоретическая кривая по уравнению (10).

Таким образом, на основе полученных данных можно прогнозировать значения абсолютной и удельной продукции популяции плоской устрицы в процессе ее выращивания в лимане Донузлав в современных условиях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алимов А. Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. Л.: Наука, 1981. 248 с.
2. Вижевский В.И. Биологические основы промышленного культивирования устрицы (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) в различных районах Черного моря: дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 1990. 174 с.
3. Губанов В.В. Влияние раковинной болезни на состояние естественных популяций устриц *Ostrea edulis* и их культивирование в Черном море: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Севастополь, 1990. 21 с.
4. 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.
5. Заика В.Е. Сравнительная продуктивность гидробионтов. Киев: Наукова думка, 1983. 206 с.
6. Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. Анализ на уровне организма. М.: Наука, 1976. 291 с.
7. Монин В.Л. Фильтрационная активность черноморской устрицы и устриц. Биол. шельф. зон Мирового океана. Владивосток. 1982. Ч. 1. С. 152-153.
8. Самышев Э.З., Сенчикова 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.
9. 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. В. 25, Т.1. С. 429-433.
10. Сытник Н.А. Особенности линейного и весового роста устрицы (*ostrea edulis* l.) в озере донузлав. Рыбное хозяйство Украины. 2008. № 6 (59). С. 44 – 48.
11. Carnegie R. B., Barber B.J. Growth and mortality of *Ostrea edulis* at two sites on the

Damariscotta river estuary, Maine, USA. World Aquacult. Soc. 2001. Vol. 32, № 2. P. 221-227.

12. Silva P.M., Villalba A., Fuentes J. Growth and mortality of different *Ostrea edulis* stocks cultured in the Ria de Arousa (Galicia, NW Spain). 2003. Vol. 22, №. 1. P. 326-332.

PRODUCTION POTENTIAL AND ELIMINATION IN THE POPULATION FLAT OYSTERS ESTUARY DONUZLAV

N. A. Sytnik, A.V. Grishchenko

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. 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.

УДК 594.121

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ФИЛЬТРАЦИИ И СУТОЧНЫЕ РАЦИОНЫ ЧЕРНОМОРСКОЙ УСТРИЦЫ (*OSTREA EDULIS* L.)

Н.А. Сытник, к.б.н., доцент кафедры «Водные биоресурсы и марикультура»

С.Ф. Зотиков, магистрант кафедры «Водные биоресурсы и марикультура»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Керченский государственный морской технологический университет», Керчь, Российская Федерация; e-mail: amtek-kerch@mail.ru; zotikov.93@mail.ru

Исследованы количественные закономерности фильтрационного питания черноморской устрицы в зависимости от ряда экологических факторов. Изучено влияние концентрации пищи, солености и температуры воды на фильтрационную активность и суточные рационы моллюсков в Керченском проливе и лимане Донузлав.

Вторая половина XX-го столетия ознаменовалась весьма существенной трансформацией экосистемы Черного моря, связанной, в первую очередь, с интенсификацией хозяйственной деятельности в этом регионе. Одним из наиболее ценных представителей черноморской малакофауны, в значительной степени потерявшей свое промысловое значение, являлась плоская (европейская или грядовая) устрица - *Ostrea edulis* L [2, 3]. Вследствие загрязнения прибрежных вод токсикантами, эвтрофикации и возникшего на этом фоне грибкового заболевания (болезнь раковины) во второй половине XX-го века произошло резкое сокращение численности и ареала этого [2, 4, 6], и в настоящее время этот вид представлен лишь отдельными микропопуляциями у побережья Крыма и Кавказа. В связи с этим и возникла необходимость искусственного воспроизводства этого вида [2, 5, 7, 8], которое возможно лишь при условии детального знания различных сторон жизнедеятельности этого вида.

В задачу настоящей работы входило изучение влияния ряда экологических факторов (концентрация пищи, температура, соленость воды) на интенсивность фильтрационного питания черноморской устрицы.

Работу проводили в 2001 - 2003 г. в Керченском проливе и лимане Донузлав. Материалом для исследования служили разноразмерные особи, высотой 26-82 мм и массой (с раковинной) 0,4 - 73,9 г. В качестве корма использовали одноклеточную водоросль *Nitzschia sp.* Опыты проводили в сосудах, объемом 3-12 л, в зависимости от размера и числа особей в опыте. Скорость фильтрации устриц определяли по формуле Голда [1]:

Изучение фильтрационной активности показало, что у устриц размерной группы 33 - 35 мм ($W = 2,5 - 3,6$ г) при низких значениях плотности альгофлоры ($0,2 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$) *СФ* устриц

была незначительна и составляла $0,46 \text{ л}\cdot\text{час}^{-1}\cdot\text{экз.}^{-1}$. С повышением концентрации пищи до $1,2 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ $C\Phi$ увеличивается, но при дальнейшем возрастании концентрации приводит к устойчивому снижению фильтрационной активности моллюсков. Зависимость $C\Phi$ от концентрации пищи для этой размерной группы моллюсков удовлетворительно аппроксимируется уравнением, имеющим вид: $F = 1,04 \cdot K_o^{-0,52} \pm 0,051$, $r = 0,95$, где F – скорость фильтрации ($\text{л}\cdot\text{час}^{-1}\cdot\text{экз.}^{-1}$), K_o – начальная концентрация альгофлоры ($\text{мг}\cdot\text{л}^{-1}$), r – коэффициент корреляции. Аналогичный характер изменений $C\Phi$ в зависимости от концентрации пищи наблюдался и у более крупных устриц, размером 53-57 мм ($W = 15,8$ - $17,2$ г), что свидетельствует о возможности регулирования скорости потребления пищи.

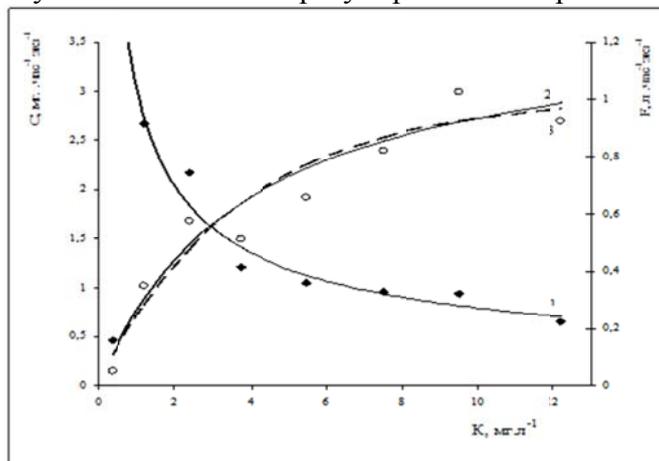


Рисунок 1. Влияние концентрации пищи на скорость фильтрации (1) и потребления пищи (2, 3) плоской устрицы. 2 - (штриховая линия) - теоретическая кривая по уравнению В.С. Ивлева; 3 (сплошная линия) – теоретическая кривая по уравнению Михаэлиса-Ментен.

Изучение скорости фильтрации устриц в зависимости от массы тела в исследованных районах показало, что, как и у других видов двустворчатых моллюсков [3]: эти показатели тесно связаны между собой хорошо аппроксимируется степенной функцией (рис. 1): $F = F_1 \cdot W^n$, где F - скорость потребления кислорода, $\text{л}\cdot\text{час}^{-1}\cdot\text{экз.}^{-1}$; w – сухая масса тела (без раковины), г; F_1 и n – коэффициенты. Наиболее низкая интенсивность фильтрации моллюсков (коэффициент F_1) наблюдалась при $10 \text{ }^\circ\text{C}$, с повышением температуры воды происходило устойчивое возрастание ее значений. Максимальной величины коэффициент пропорциональности (F_1) моллюсков достигал при $23 \text{ }^\circ\text{C}$. Однако дальнейшее повышение температуры до $27 \text{ }^\circ\text{C}$ привело к снижению скорости фильтрации устриц.

Проведенные исследования указывают также на то, что в условиях пониженной солености вод Керченского пролива ($13,8$ – $14,5 \text{ ‰}$) интенсивность фильтрации устриц была заметно ниже, чем в лимане Донузлав.. Анализ показал, что при одинаковой температуре, но разной солености воды, в среднем отличающейся на $3,5 \text{ ‰}$ значения F/W лимане Донузлав на $15,8$ - $33,0 \text{ ‰}$ были выше, чем в Керченском проливе (рисунок 2).

Параллельно с изучением фильтрационной активности была исследована скорость потребления пищи (C) устриц. При возрастании плотности корма происходит увеличение величины рациона (при $K = 6,1 \text{ мг л}^{-1}$), после чего она колебалась возле некоторой средней величины (рисунок 1).

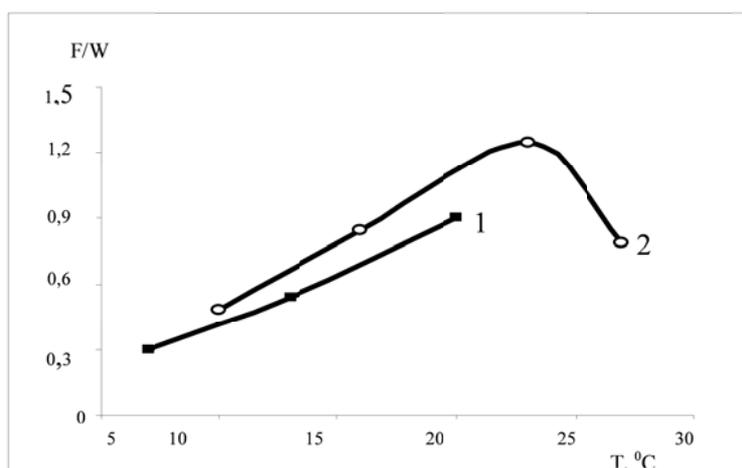


Рисунок 2 - Изменение интенсивности фильтрации ($F/W_{(0,255)}$) устриц в зависимости от температуры воды в и Керченском проливе (1) и лимане Донузлав (2)

Большое значение для процесса культивирования этого вида, особенно при моделировании его выращивания, имеет оценка удельных суточных рационов моллюсков. Используя формулу Стратмена, было определено, что калорийность 1 мг используемого в опытах фитопланктона составляло 2,9 дж·мг⁻¹. На основе этих данных, фильтрационной активности, а также материалов по энергоёмкости отдельных частей тела была рассчитана величина относительных суточных рационов (рисунок 3).

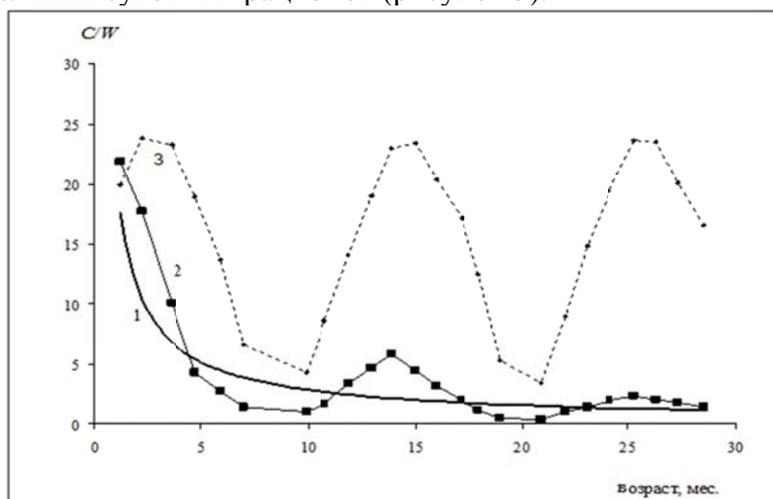


Рисунок 3 - Изменение удельного суточного рациона (C/W) плоской устрицы в течение трехлетнего цикла выращивания.

Анализ показал, что в процессе индивидуального развития происходит устойчивое снижение величины удельного суточного рациона. Наибольшее значение зарегистрировано на ранних стадиях онтогенеза – 23,9 %. С возрастанием массы тела и снижением температуры воды C/W осенью составляет величину 4,7 %, а к зиме его значение становится равным всего лишь 0,82 %. Весной, с возрастанием массы тела и температуры воды, значение относительного рациона возрастает, однако его максимальные значения не превышают 5,3%. В общем виде зависимость C/W от массы тела можно описать степенной функцией (1):

$$C/W_{(\%) } = 20,67 \cdot W^{-0,86}, r = 0,74 \quad (1)$$

Анализ имеющихся данных показал, что величина суточных рационов после 5-месячной экспозиции составляют 1,5-2,0 % от энергетической массы тела.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. Л.: Наука, 1981. 248 с.
2. Золотницкий А. П., Орленко А. Н., Крючков В. Г., Н. А. Сытник. К вопросу организации крупномасштабного культивирования устриц в озере Донузлав // Труды ЮгНИРО, 2008. Т. 46. 48 с.
3. Кракатица Т.Ф. Биология черноморской устрицы в связи с вопросами ее воспроизводства. - Биологические основы морской аквакультуры, 1976. В. 2. 79 с.
4. Кракатица Т.Ф. Сокращение ареала и уменьшение численности устриц в Егорлыцком заливе // Моллюски. Основные результаты их изучения. Л.: Наука, 1979. 112 с.
5. Монин В.Л. Биологические основы разведения черноморской устрицы *Ostrea edulis* L. - автореф. дисс.... канд. биол. наук. Севастополь, 1990. 24 с.
6. Переладов М.В. Современное состояние популяции черноморской устрицы // Труды ВНИРО, 2005. Т. 144. 254 с.
7. Пиркова А. В, Ладыгина Л. В., В.И. Холодов. Воспроизводство черноморской устрицы *Ostrea edulis* L. как исчезающего вида // Рыбное хозяйство Украины, 2002. №. 3-4. 8 с.
8. Сытник Н.А. Функциональная экология плоской устрицы *Ostrea edulis* L.: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Краснодар, 2015.

INFLUENCE OF SOME ECOLOGICAL FACTORS ON INTENSITY FILTRATION AND DAILY RATIONS BLACK SEA OYSTER (OSTREA EDULIS L.)

N. A Sitnik, S.F. Zotikov.

Quantitative conformities to the law of filtration feeding of the Black Sea oyster depending on the row of ecological factors are explored. Studied the influence of food concentration, salinity and water temperature on filtration activity and daily rations of molluscs in the Strait of Kerch and Donuzlav estuary.

УДК 639.3.043.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ЕВРОПЕЙСКОГО СИГА В УСЛОВИЯХ УЗВ

К.Б. Хайновский, Е.В. Шахова, А.В. Андрюхин*

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
Россия, 236022 г. Калининград, Советский пр-т, 1, e-mail: pensil@mail.ru

*ФГБНУ «Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» Россия, 236022 г. Калининград, Дм. Донского, 5, e-mail: anatol.andruhin@gmail.com

Одной из проблем аквакультуры в России на сегодняшний день является недостаточное производство отечественных комбикормов для выращивания рыбы, особенно этот недостаток, наблюдается среди стартовых кормов. На российском рынке преобладают корма зарубежных компаний «Аллер Аква», «Провими», «Био-Мар», «Крафт-фруттерверк» и другие имеющие высокую стоимость и снижающие рентабельность производства рыбной продукции.

Для решения этой проблемы необходимо наладить производство отечественных стартовых кормов, не уступающих по качеству импортным и с более низкой себестоимостью.

В 2015 г. сотрудниками ФГБНУ «АтлантНИРО» была проведена научно-исследовательская работа по разработке и апробированию экспериментальных кормовых смесей для молоди сига повышающих жизнестойкость молоди и имеющих низкие ценовые параметры на основе рыборастворительных компонентов. Основу технологии составил метод сухой экструзии, уже используемый в сельскохозяйственном кормопроизводстве.

Работы по испытанию двух рецептур экспериментальных кормовых смесей для молоди сига, разработанных ФГБНУ «АтлантНИРО», проводились в период с 15 июля по 26 августа 2015 г. на базе Экспериментального рыбоводного цеха ФГБУ «Запбалтрыбвод». В качестве контроля использовали корм Aller Futura (Дания), применяемый для выращивания молоди сига ФГБУ «Запбалтрыбвод». Испытания рецептур проводили в двух повторностях. Кормление рыб проводили ежедневно, каждые 2 ч. Для расчета суточных доз кормления использовали предлагаемые суточные рационы для корма Aller Futura.

Общий химический состав кормов приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Общий химический состав кормов, использованных при кормлении сига

Номер п/п	Вид корма	Химический состав, %				
		Влага	Жир	Белок	Зола	Углеводы (по разнице)
1	Aller Futura	6,8	14,2	62,5	10,7	5,8
2	Рецептура № 1	7,0	13,6	59,5	10,1	9,8
3	Рецептура № 2	5,9	10,5	55,5	17,5	10,6

В период испытания в бассейнах установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) контролировали температуру воды, концентрацию кислорода, pH.

Во время исследований проводились наблюдения за динамикой массы тела молоди сига. Для корректировок суточных доз и расчета кормовых коэффициентов раз в неделю проводились контрольные обловы. Рост молоди сига оценивали по среднесуточному приросту, общему продукционному коэффициенту массонакопления, коэффициентам упитанности по Фультону и по Кларк. Отход молоди сига учитывали ежедневно, методом прямого учёта. Кроме того, определяли некоторые морфологические и морфофизиологические показатели.

Отсутствие достоверных различий между повторностями по всем исследуемым показателям, позволило нам объединить эти данные и сравнить контрольную группу рыб с опытными группами. Полученные результаты подвергались статистической обработке по общепринятой методике.

В период исследования среднесуточная температура воды в контрольных и опытных бассейнах двух повторностей была одинаковой и находилась в пределах верхней допустимой границы для сига (22 °С) [1]. Значения водородного показателя были несколько выше верхней допустимой границы (8,0) [1], но не превышали значение равное 8,4. Динамика растворенного в воде кислорода в контрольных и опытных бассейнах была схожа, концентрация колебалась в диапазоне от 4,0 до 11,8 мг/л.

На начало исследования средняя масса сига в контрольных и опытных бассейнах составляла 3,08 г. К концу выращивания масса тела молоди сига достоверно ($p < 0,001$) увеличилась в контроле – до 7,09 г, в опыте 1 – до 4,71 г и в опыте 2 – до 5,05 г. В контрольной группе рыб масса тела к концу исследования была достоверно выше ($p < 0,001$), чем в опытных группах в 1,5 раза. Достоверных различий по массе тела между опытными группами в конце выращивания обнаружено не было.

К концу исследования у контрольной группы рыб в сравнении с опытными группами были отмечены достоверно большие значения по длинам тела – зоологической ($p < 0,001$) и

промысловой ($p < 0,001$), а также по длине головы ($p < 0,05$ и $0,001$). Между опытными группами рыб по данным показателям достоверных различий не было.

Среднесуточный прирост у контрольной группы рыб был выше, чем у опытных групп почти в 2 раза ($p < 0,05$). У опытной группы рыб, которая потребляла корм рецептуры № 2, среднесуточный прирост был недостоверно выше, чем у опытной группы рыб, потреблявшей испытуемый корм рецептуры № 1. Аналогичная тенденция была выявлена и при анализе значений коэффициента массонакопления.

Коэффициент упитанности по Кларк у всех испытуемых рыб на начало исследования составлял 0,87. Анализ коэффициента упитанности по Кларк у рыб после завершения испытания кормов показал, что у контрольной и опытных групп рыб его значения возросли относительно начальных и составили: 0,96 – в контроле; 0,92 – в опыте 1; 0,94 – в опыте 2. Однако достоверные различия были обнаружены только в контрольной группе рыб ($p < 0,05$). У опытной группы рыб, потреблявшей испытуемый корм рецептуры № 1, в конце исследования было зафиксировано самое низкое значение коэффициента упитанности по Кларк. Оно было достоверно ниже, чем в контрольной группе ($p < 0,001$) и опытной группе, потреблявшей испытуемый корм рецептуры № 2 ($p < 0,05$).

Аналогичная тенденция была выявлена и при анализе значений коэффициента упитанности рыб по Фультону.

Важным физиологическим показателем является гепатосоматический индекс, так как от количества запасов питательных веществ в печени зависит выживаемость особей [2, 3]. Значения гепатосоматического индекса у всех исследованных групп рыб в начале опыта были одинаковыми (1,5 %). К концу исследования гепатосоматический индекс достоверно снизился в контроле – до 0,57 % ($p < 0,001$), в опыте 1 – до 0,92 % ($p < 0,05$), в опыте 2 – до 0,78 % ($p < 0,01$). Наибольшее снижение было отмечено в контроле, что связано с интенсивной тратой энергетических запасов организма на рост тела, так как у этой опытной группы рыб показатели среднесуточного прироста, коэффициента массонакопления и выживаемости были выше, чем у опытных групп.

За весь период испытания кормов наибольший отход рыбы был отмечен в опытных бассейнах, где испытывался корм рецептуры №1, и составил в среднем 25,5 %. В опытных бассейнах, где испытывался корм рецептуры № 2, отход был несколько ниже и составил 18,6 %. Наименьший отход был зафиксирован в контрольных бассейнах и составил соответственно 11,6 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сиг, выращенный на экспериментальных рецептурах кормовых смесей, уступает по темпу роста, выживаемости, морфологическим и морфофизиологическим показателям тела сига, выращенному на датском корме Aller Futura, что возможно связано с более длительной адаптацией организма сига к новым кормам и необходимостью более длительного периода их использования, а также повышения питательной ценности компонентов рыборастительных смесей. Экспериментальный корм рецептуры № 2 лучше усваивается организмом молоди сига в сравнении с кормом рецептуры № 1, отмечаются большие показатели по темпу роста, упитанности и выживаемости, что объясняется применением при приготовлении кормовой основы для корма рецептуры №2 процесса экструзии. Компоненты рецептуры, подвергнувшиеся экструзионной конверсии, обладают большей питательной ценностью и усвояемостью по сравнению с кормовыми добавками, не подвергавшимися такой обработке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Выращивание рыбопосадочного материала. [Электронный ресурс]. URL:<http://biblio.arktiskfish.com/index.php/1/51-industrialnoe-rybovodstvo/1610vyrashchivanie-ryboposadochnogo-materiala> (дата обращения 21.10.2015).

2. Миттельман С.Я. К химии и технологии трески и пикши, их печени и жира // Сб. науч. промысл. работ на Мурмане. М.; Л: Снабтехиздат, 1932. С. 113–135.
3. Копориков А.Р., Богданов В.Д. Изменение относительной упитанности полупроходного налима (*Lotidae*) Оби в зависимости от физиологического состояния и условий нагула // Экология. 2013. № 3. С. 210 – 215.

TEST RESULTS OF FEED MIXTURE TO PLANTING STOCK EUROPEAN WHITEFISH IN CLOSE WATER SUPPLY

Khainovski K.B., Shakhova E.V., Andruhin A.V.

Were tested two formulations of experimental feed mixtures for fry of whitefish developed by FGBNU "AtlantNIRO". The growth of fingerlings whitefish was evaluated by the average daily gain and ratio of mass accumulation. Was defined some morphological and morpho-physiological indicators. The experimental formulation of feed mixtures yield by growth rate whitefish survival, morphological and morpho-physiological parameters of the body in comparison with the Danish food.

УДК 639.3.043

ОСОБЕННОСТИ КОРМЛЕНИЯ СТЕРЛЯДИ В УЗВ

Е.И. Хрусталева, Т.М. Курапова, К.А. Молчанова
г. Калининград, Советский пр. 1., 236022, ФГБОУ ВО «Калининградский
государственный технический университет», ksenia.elfimova@gmail.com

Установки замкнутого водообеспечения (УЗВ) являются автономными искусственными экосистемами, в которых контролируют качественные и количественные параметры воды в диапазоне оптимальных значений. Поэтому очевидным представляется, что нормативная база, обосновывающая кормление рыб, должна отличаться от принятой для бассейновых проточных рыбоводных систем с естественной термикой или видоизмененным температурным режимом (хозяйства на сбросных теплых водах). В связи с этим целью нашего исследования было установление особенностей питания стерляди в условиях достаточного обеспечения пищей.

Исследования проводили на базе промышленных УЗВ ООО «ТПК Балтптицепром». В качестве объекта исследований были сеголетки генерации 2015 г и задержанные в росте двухлетки генерации 2014 г. В качестве корма была выбрана рецептура Aller Bronze, в составе которой было 45 % белка и 15 % жира. Кормление проводили по поедаемости. В течение сентября – половины декабря применяли четырехразовое кормление, со второй половины декабря по конец февраля – двухразовое.

Скорость роста рыб рассчитывали по величине общепродукционного коэффициента массонакопления:

$$K_m = \frac{(\sqrt[3]{M_k} - \sqrt[3]{M_n}) \times 3}{T}, \quad (1)$$

где K_m – общепродукционный коэффициент массонакопления, M_n и M_k – масса рыб начальная и конечная, г; T – период времени между двумя последовательными обловами, сут.

Величину кормового коэффициента определяли как отношение количества скормленного корма между контрольными обловами к росту массы рыб в этот период. Суточную дозу рассчитывали как отношение дневной дозы корма в предшествующие

контрольному облову сутки к общей массе рыб в бассейне, уточненной при контрольном облове. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Эффективность кормления стерляди в УЗВ

Даты	Группы выращиваемых рыб	Средняя масса, г	Км	Кормовой коэффициент	Суточная доза, % от массы рыб
1	2	3	4	5	6
26.08	сеголетки 2015	75,0	-	-	3,6
	сеголетки 2015	52,0	-	-	3,8
28.08	сеголетки 2015	166,0	0,13	1,0	1,6
	сеголетки 2015	130,0	0,12	0,83	1,5
5.11	сеголетки 2015	191,0	0,04	3,45	1,4
	сеголетки 2015	166,0	0,02	2,1	1,2
4.12	сеголетки 2015	230,0	0,04	2,19	1,16
	сеголетки 2015	200,0	0,04	1,8	1,0
29.12	сеголетки 2015	272,0	0,05	2,05	1,0
	сеголетки 2015	240,0	0,05	1,25	0,84
29.01	сеголетки 2015	306,0	0,04	2,44	0,87
	сеголетки 2015	283,0	0,04	1,45	0,71
24.02	сеголетки 2015	245,0	0,04	2,23	0,78
	сеголетки 2015	318,0	0,03	1,49	0,63
28.09	двухлетки 2014	57,0	-	-	3,51
	двухлетки 2014	80,0	-	-	2,86
5.11	двухлетки 2014	120,0	0,09	1,21	1,67
	двухлетки 2014	120,0	0,05	2,18	1,91
4.12	двухлетки 2014	154,0	0,05	2,06	1,52
	двухлетки 2014	207,0	0,16	0,79	1,11
29.12	двухлетки 2014	236,0	0,1	0,79	1,17
	двухлетки 2014	247,0	0,05	1,69	1,10
29.01	двухлетки 2014	282,0	0,04	1,698	0,89
	двухлетки 2014	280,0	0,03	2,69	1,02
24.02	двухлетки 2014	320,0	0,04	1,71	0,79
	двухлетки 2014	310,0	0,04	1,86	0,70

Если обратиться к нормативным данным для бассейнового способа выращивания, то для исследованных размерных групп стерляди в диапазоне температуры воды 18-24 °С суточные дозы должны составлять: 4-5% для рыб массой 50-200 г, 3-4 % для рыб массой 200-500 г [Пономарев, 2009].

В начале наших исследований были установлены близкие к норме значения суточной дозы. Однако на последующих этапах были существенно ниже и просматривалась стойкая тенденция их снижения.

Скорость роста рыб была высокой на первых 2-3 этапах выращивания, в дальнейшем на уровне средней степени раскрытия ростовой потенции. Причем у задержанных в росте двухлетков просматривается н первых четырех этапах эффект компенсационного роста, который позволил им в конце периода исследований сравняться по массе с сеголетками.

По результатам нашего исследования можно предположить, что специфические условия УЗВ необходимо учитывать при установлении суточной дозы кормления, которая существенно ниже, чем установленная для проточных рыбоводных систем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Пономарев С.В., Иванов Д.И. Осетроводство на интенсивной основе. М.: Колос, 2009. 312 с.

FEATURES OF FEEDING STERLET IN RAS

E.I. Khrustalyov, T.M. Kurapova, K.A. Molchanova
Kaliningrad, Sovetsky Ave. 1., 236022, Kaliningrad State Technical University,
chrustaqua@rambler.ru

The purpose of the study of this work was to determine the characteristics of the power sterlet under sufficient to ensure food. Research was carried out on the basis of RAS "ТПК Балтпиттепром". As the research object were fingerlings generation 2015 and detained in the two-year increase in the generation of 2014.

Sterlet, RAS, coefficient of fatness, weight factor of accumulation, the daily dose of of feed

УДК 639.3

ЦЕЛЕСООБРАЗНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МЕЛИОРАЦИИ В АКВАТОРИИ КАЛИНИНГРАДСКОГО И КУРШСКОГО ЗАЛИВОВ

Е.И. Хрусталеv
г. Калининград, Советский пр. 1., 236022, ФГБОУ ВО «Калининградский
государственный технический университет», chrustaqua@rambler.ru

То, что экосистема Куршского залива в большей степени подвержена воздействию негативных факторов, чем Калининградского залива, обусловлено меньшим уровнем водообмена с Балтийским морем. Большая положительная составляющая в водном балансе со стороны пресноводного стока, очевидно, сопряжена с вносом в залив различных поллютантов.

Ученые АтлантНИРО уже в 70-е годы прошлого столетия установили изменения в химизме воды в Куршском заливе [Сенин, 1998]. В частности было отмечено изменение в соотношении основных биогенов: азота и фосфора в сторону увеличения доли последнего. Тем самым, как следствие в составе первичной продукции преимущество в развитии получили сине-зелёные водоросли (цианобактерии). Считавшимся до середины 70-х годов резервным питьевым водоемным источником для Калининграда Куршский залив стал терять чистоту воды по причине начавшейся деградации популяций дрейсены – основного «механического фильтра», занимавших до 90 % площади дна залива. С середины 70-х годов отмечается стойкая тенденция в снижении численности популяций угря, рыба, щуки, линя и снетка.

Всё это сопровождалось перестройкой трофических цепей в заливе.

Переход по уровню эвтрофикации Куршского залива в разряд и девяностым годам гипертрофного [Осадчий, 2000] подтверждает тенденции в развитии экосистемы. Внешними видимыми признаками этих изменений являются малая прозрачность воды, длительный период «цветения» воды, часто сопровождающееся «заморами» и гибелью, прежде всего, молоди рыб, увеличения площадей водной растительности, как мягкой подводной, так и жесткой.

Калининградский залив в большей степени промываемый водой Балтийского моря, не достиг еще уровня гипертрофного водоема, но по всем признакам является высоко эвтрофным. Для него свойственны длительные периоды «цветения» воды с доминированием в составе первичной продукции сине-зеленых, а также увеличение площади зарастаний, в большей степени жесткой водной растительности. Очевидно, высокий уровень эвтрофикации, высокая среднемноголетняя температура воды в летние месяцы (июль – август), ухудшение в этот период газового и химического режима в заливах являются причиной миграции значительного количества промысловых видов рыб (судак, лещ, окунь, плотва, налим и др.) в прибрежные зоны Балтийского моря.

Современное состояние экосистем двух заливов следует рассматривать как результат взаимодействия двух факторов: естественного эволюционного развития и антропогенного изменения характера развития.

Развитие первого фактора, со всей очевидностью, ускорило эвтрофикацию под воздействием глобального потепления климата и изменения структуры температурного режима в пределах газового цикла.

Развитие второго фактора обусловило, прежде всего, ускорение в развитии фитопланктона и макрофитов, как по биомассе, так и по величине продукции. С учетом вышесказанного, реальными шагами в оздоровлении экосистемы заливов могут стать мероприятия по снижению пресса развития второго фактора. При этом следует учитывать, что изменение в структуре и составе сообществ фитопланктона могут произойти в результате снижения привноса в залив биогенов, в том числе восстановленных по соотношению азота и фосфора до уровня, предшествующего «провокационное» развитие сине-зеленых.

Однако снижение привноса биогенов быстро не добиться, тем более в условиях постоянного восстановления их в круговороте веществ в водоемах со стороны иловых отложений.

Никаких эффективных, экономически целесообразных механических, химических методов борьбы с чрезмерным развитием фитопланктона, особенно сине-зеленых водорослей, нет. Поэтому, определяя направление рыбохозяйственной мелиорации по отношению к воде (фитопланктону), следует рассматривать целесообразность применения растительноядных рыб, в частности белого толстолобика, для оказания обоснованного пресса на фитопланктон. Выбор белого толстолобика как субъекта мелиорации беспроигрышен. Во-первых, состав фитопланктона в рассматриваемых заливах соответствует его пищевым предпочтениям. Во-вторых, он никогда ни в одном биотопе не составит конкуренции аборигенным видам рыб по причине не соприкосновения пищевых спектров и невозможности размножения по причине не соответствия экологии нерестового биотопа растительноядных рыб.

Аналогично должен решаться выбор мероприятия по борьбе с макрофитами. Единственным пресноводным представителем, специализирующийся на питании молодыми побегами жесткой растительности и мягкой подводной, каким является белый амур, по двум выше обозначенным причинам также беспроигрышный вариант в достижении мелиоративного эффекта. Данное предложение следует рассматривать в противовес имеющей место практики выкоса сухой жесткой водной растительности за пределами вегетационного сезона. Данное мероприятие малообосновано с точки зрения негативного влияния на сложившиеся в течение исторических периодов стабильные береговые и прибрежные экосистемы. Обеднение видового состава животных, птиц, насекомых, разрушение естественного механического и биологического фильтра, каким являются заросли высшей водной растительности, как следствие ухудшение качества воды в заливе, условий обитания и развития молодежи многочисленных видов рыб, потери кормовой базы, неполный результат выноса сухой водной растительности.

Положительным в этом просматривается только коммерческий эффект от продажи сухой водной растительности как строительного материала. Но можно ли строить

коммерцию на вреде, наносимом экосистеме рыбохозяйственных водоемов первой категории?

Приветствуя введение в рыбохозяйственный оборот Калининградского и Куршского заливов белого амура и белого толстолобика мы, тем не менее, признаем, что здесь должны быть учтены ряд условий, имеющих отношение к качеству посадочного материала, его количеству и времени зарыбления.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Осадчий В.М. Регулирование рыболовства и стратегия использования рыбных ресурсов в Куршском заливе: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Калининград, 2000. 24 с.
2. Сенин Ю.М. Мониторинг экологического состояния водной среды Куршского и Вислинского заливов в 1997 г.: Заключительный отчет / АтлантНИРО. Калининград, 1998. 112 с.

REASONABLE SOLUTION TO THE WORKS ON FISHERIES MELIORATION IN THE WATERS OF THE KALININGRAD AND THE CURONIAN LAGOON

E.I. Khrustalyov

Kaliningrad, Sovetsky Ave. 1., 236022, Kaliningrad State Technical University,
chrustaqua@rambler.ru

The purpose of the study of this work was to determine the characteristics of the power sterlet under sufficient to ensure food. Research was carried out on the basis of RAS "ТРК Baltptitseprom". As the research object were fingerlings generation 2015 and detained in the two-year increase in the generation of 2014.

Starlet, RAS, coefficient of fatness, weight factor of accumulation, the daily dose of of feed

УДК 639.4(262.5)

РОЛЬ ПРИБРЕЖНЫХ АПВЕЛЛИНГОВ В ФОРМИРОВАНИИ КОРМОВОЙ БАЗЫ КУЛЬТИВИРУЕМЫХ МОЛЛЮСКОВ

С.В. Щуров, А.А. Субботин, О.А. Трощенко

ФГБУН Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН,
Россия, пр. Нахимова, 2, г. Севастополь

В прибрежной зоне Крыма конечная биомасса и качество получаемой продукции на фермах по выращиванию моллюсков (мидий и устриц) в значительной степени зависят от кормовой базы. Наиболее полноценным кормом для них служат живые микроскопические водоросли – фитопланктон.

Основой значительной внутригодовой изменчивости структуры и биомассы фитопланктонного сообщества является гидролого-гидрохимический режим отдельных акваторий, прежде всего температурные условия и содержание биогенных элементов [6, 7]. Анализ динамики размерно-весовых характеристик культивируемых моллюсков показал, что наиболее быстрый их рост и увеличение биомассы происходит в температурном диапазоне от 14-15°C до 20-22°C, т.е. в среднемноголетнем плане с мая по октябрь [6, 9]. Однако, именно этот период характеризуется интенсивным прогревом верхних слоёв воды и формированием сезонного термоклина (СТ), затрудняющим поступление минеральных веществ из глубинных слоёв к поверхности и крайне слабым развитием фитопланктона [1, 7].

На этом фоне особую роль приобретают процессы, способные нарушить естественную гидролого-гидрохимическую структуру прибрежных вод. В летнее время прибрежные акватории южного Крыма подвержены влиянию стгонных явлений -

апвеллингов, в результате чего наблюдается выход к поверхности холодных вод из под СТ, понижающих температуру воды до 7-10°C. Это приводит к обогащению питательными веществами (прежде всего фосфатами, нитратами и силикатами) подповерхностных вод, в обычных условиях отличающихся недостатком биогенов из-за активного их потребления фитопланктоном. Поскольку для Чёрного моря максимальные концентрации биогенов приурочены к слою вод над постоянным галоклином (т.е. 50-100 м) очевидно, что только мощный апвеллинг способен изменить гидролого-гидрохимическую структуру прибрежных вод.

Активное изучение прибрежных апвеллингов в ИнБИОМ НАН Украины (ныне ФГБУН ИМБИ РАН) началось с 80-х гг. прошлого века в связи с организацией в Крыму хозяйств по выращиванию моллюсков. В различные годы комплекс гидролого-гидрохимических и гидробиологических наблюдений выполнялся в районах б. Ласпи (1983-1989 гг. и 2009-2013 гг.), Голубого залива (2010-2012 гг.), Судакско-Карадагского взморья (1987-1992 гг.). В силу географической близости мидийной фермы в б. Ласпи к научной базе в г. Севастополе наиболее регулярные исследования проводились в этом районе на акватории от м. Сарыч до м. Айя. С начала 2000-х гг. экспедиционные наблюдения дополнялись данными спутниковой информации.

Анализ частоты проявления, характера и длительности апвеллингов в прибрежной зоне южного Крыма за период с 1983 по 2013 гг. показал уменьшение количества апвеллингов и их общей продолжительности с 3-6 случаев и с 13-30 суток в 80-90-е гг. прошлого века до 2-4 случаев и 3-15 суток в 2000-е гг. Кроме этого, отмечается уменьшение количества ярко выраженных («интенсивных») апвеллингов, когда температура воды на поверхности понижается в течении часов-суток более чем на 10°C, и преобладание «скрытых» апвеллингов с понижением поверхностной температуры более чем на 5°C, когда к поверхности поднимаются воды из СТ [2, 4, 5].

Для понимания характера влияния апвеллингов на параметры фитопланктонного сообщества были выбраны годы с проявлением как «скрытых» так и «интенсивных» апвеллингов. В периоды «скрытых» сгонов к поверхности поднимались воды из СТ с температурой около 10-15°C. Обеднённые биогенными элементами, они не оказывали существенного влияния на видовое и количественное изменение характеристик фитопланктона. Так, до сгона в верхних слоях моря величины численности и биомассы колебались в пределах 25-52 млн.кл/м³ и 45-134 мг/м³ с доминированием перидиниевых водорослей, в основном *Prorocentrum cordatum* (до 60% суммарной биомассы), *Scrippsiella trochoidea* и мелких видов родов *Gymnodinium*, *Glenodinium* и *Emiliania huxleyi*, а диатомовые водоросли не превышали 1-3% суммарной величины. Понижение температуры поверхностных вод во время «скрытого» апвеллинга способствовало лишь незначительному увеличению численности диатомовых водорослей *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Bacteriastrum delicatulum*, *B.hyalinum* и снижению количества перидиниевых и кокколитофорид. При этом суммарные величины численности и биомассы фитопланктона оставались низкими, а крупные перидиниевые составляли до 30% общей биомассы [1, 6].

В аномальный 1985 г. сгонные явления были особенно интенсивными и способствовали подъёму к поверхности глубинных вод из холодного промежуточного слоя. При этом температура поверхностного слоя понижалась с 20.0°C до 7.5°C и поддерживалась в течение длительного периода с 19 июня по 8 июля. Первая съёмка, выполненная 15 июня зафиксировала очень низкие величины фитопланктона, но уже через 9 суток в б. Ласпи была зарегистрирована вспышка диатомовых *C.compressus*, *C.affinis*, *R.alata*, обычно характерных для весеннего периода. При этом суммарные величины численности и биомассы фитопланктона достигали на поверхности 164 млн.кл/м³ и 419 мг/м³, а доля перидиниевых водорослей не превышала 1.2% общей численности и 10.7% биомассы [1, 6].

Отмечено [6], что пищевой спектр моллюсков близок к составу фитопланктона, обнаруженному на месте их обитания. Анализ содержания желудков культивируемых

моллюсков в периоды проявления апвеллингов различной интенсивности показал отличия в скорости увеличения биомассы моллюсков.

В случаях с преобладанием «интенсивных» апвеллингов основное количество органического вещества создают колониальные и крупные одиночные диатомовые водоросли. Несмотря на высокую биомассу суммарного фитопланктона (до 5 г/м³), в такие периоды отмечен минимальный прирост моллюсков на ферме. В периоды с преобладанием «скрытой» формы апвеллингов в составе фитопланктона преобладают мелкоклеточные виды динофитовых, криптофитовых, кокколитофорид, зелёных и золотистых водорослей, служащих наиболее приемлимым кормом для моллюсков. И хотя суммарная биомасса фитопланктона в такие периоды относительно невелика (200-700 мг/м³), у культивируемых моллюсков отмечается максимальный прирост биомассы [1, 6].

Среди фитопланктонных водорослей, составляющих кормовую базу моллюсков в периоды проявления «интенсивных» апвеллингов могут встречаться виды, которые в процессе своей жизнедеятельности вырабатывают токсины. При массовом развитии таких видов, вызывающих иногда явление «красного прилива», использование в пищу мяса моллюсков может вызвать пищевые отравления [8].

Таким образом, можно отметить, что апвеллинги разной интенсивности по-разному влияют на ростовые показатели моллюсков, выращиваемых на морских фермах. Для южного побережья Крыма, с точки зрения марикультуры двустворчатых моллюсков предпочтительней являются проявления «скрытых» апвеллингов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Биология культивируемых мидий / В.Н. Иванов, В.И. Холодов, М.И. Сеничева и др. - Киев: Наукова думка, 1989. 100 с.
2. Боровская Р.В., Ломакин П.Д., Попов М.А. Апвеллинг в Балаклавской бухте и прилегающих акваториях Чёрного моря на базе спутниковых данных // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. Вып. 20. С.171-179.
3. Влияние абиотических и биотических факторов на ростовые характеристики культивируемых устриц (*Crassostrea Gigas*) (Кацивели, Крым, Чёрное море) / О.Ю. Вялова, А.А. Субботин, О.А. Трощенко // Актуальные проблемы аквакультуры в современный период: Материалы Международной научной конференции, 28 сентября – 2 октября 2015 г., г. Ростов-на-Дону, ФГБНУ «АзНИИРХ». Изд-во: ФГБНУ «АзНИИРХ», 2015. С. 27-29.
4. Исследование апвеллингов в районе мидийной фермы в бухте Ласпи / С.В. Щуров, А.А. Субботин, О.А. Трощенко, Т.А. Богданова // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: Материалы VIII Международной конференции. Керчь, 26-27 июня 2013 г. Керчь: ЮгНИРО, 2013. С. 157-163.
5. Куклин А.К., Куклина Н.Я., Шабалина О.А. Исследование гидрометеорологических характеристик ЮБК с океанографической платформы в Кацивели // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. Вып. 2(1). С.66-82.
6. Марикультура мидий на Чёрном море / под ред. В.Н. Иванова. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007. 314 с.
7. Оценка кормовых возможностей марихозяйства по содержанию биогенных веществ / Е.А. Куфтаркова, М.И. Сеничева, А.А. Субботин, А.С. Поляхов // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2009. Вып. 20. С.262-274.
8. Сеничева М.И. Характеристики фитопланктона как объекта питания *Mytilus galloprovincialis* Lam. в районе марихозяйства бухты Ласпи // Экология моря. 1990. Вып. 36. С. 7-15.
9. Термохалинная структура вод на взморье Севастополя и её влияние на основные

параметры продукции на мидийной ферме / О.А. Трощенко, И.Ю. Ерёмин, А.А. Субботин, С.В. Щуров // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007. Вып. 15. С.110-119.

THE ROLE OF NEAR-SHORE UPWELLINGS IN FORMING OF THE CULTIVATED MOLLUSCS FEED BASE

Shchurov S. V., Subbotin A.A., Troshchenko O.A.

The role of different intensity upwelling is considered in forming of feed base of the cultivated shellfishes at the coast of the south Crimea

СЕКЦИЯ «ИХТИПАТОЛОГИЯ И ГИДРОБИОЛОГИЯ»

УДК 595.384.12.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ БИОЛОГИИ КРЕВЕТОК *ALPHEUS* CF. *BURUKOVSKYI* С ПОБЕРЕЖЬЯ ОМАНСКОГО МОРЯ ИРАНА

З. Ансари

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
236022 Калининград, Советский пр., 1, Россия
E-mail zeinab6228@gmail.com

Информация о репродуктивной биологии креветок из семейства Alpheidae из вод Ирана полностью отсутствует. Для ее описания в августе 2014 г. под камнями и валунами приливно-отливной зоны в районе города Чабахара (Оманское море, Иран) были собраны креветки вида *Alpheus* cf. *burukovskyi*. Исследовано 94 самки, из которых 75 были яйценосными. Объем эмбриона был рассчитан по формуле для сплюснутых сфероидов $V = 1/6 \times \pi \times d_1 \times (d_2)^2$, где d_1 — больший диаметр, и d_2 — меньший диаметр (Turner и Lawrence, 1979). Для определения связи между длиной самки и количеством эмбрионов был использован нелинейный регрессионный анализ. Средняя абсолютная реализованная плодовитость (количество яиц на плеоподах) на 1 стадии эмбрионального развития составила 529 ± 120 яиц. Объем недавно отложенных яиц был в среднем $0,113 \text{ mm}^3$. В течение инкубационного периода он увеличился на 87%. Средняя смертность эмбрионов во время эмбриогенеза составила 7,7%. Следовательно, несмотря на увеличение объема яиц почти вдвое, их значительной потери не произошло. У самок, несущих яйца с эмбрионами, близкими к вылуплению, были полностью развитые яичники, готовые к следующему нересту. Абсолютная индивидуальная плодовитость (количество ооцитов в гонаде V стадии зрелости) *A.* cf. *burukovskyi* колебалась от 149 до 1011 ооцитов, в среднем составив 373 ± 202 ооцитов. Абсолютная индивидуальная и реализованная плодовитости были в значительной степени связаны с длиной карапакса и массой тела креветки.

Таблица 1 - Количество исследованных особей, среднее \pm стандартное отклонение длины карапакса (ДК), количество эмбрионов и объем эмбрионов в зависимости от стадии развития эмбриона у самок *A.* cf. *burukovskyi* с берегов Оманского моря Ирана.

Стадии развития эмбрионов	Количество	ДК (ММ)	Количество эмбриона	Объем эмбриона (ММ ³)
1	29	12.3 ± 1.8	529 ± 405	0.113
2	18	12.1 ± 2.1	408 ± 260	0.112
3	13	11.6 ± 2.3	379 ± 310	0.121 ± 0.014
4	10	12.1 ± 2.6	318 ± 311	0.169 ± 0.028
5	5	13.8 ± 1.3	488 ± 249	0.212 ± 0.075

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Turner RL, Lawrence JM (1979) Volume and composition of echinoderm eggs: implications for the use of egg size in life-history models. In: Stancyk SE (Ed.) Reproductive Ecology of Marine Invertebrates. University of South Carolina Press, Columbia, USA, 25–40.

SOME PROBLEMS OF THE BIOLOGY OF SHRIMP *ALPHEUS* CF. *BURUKOVSKYI* FROM THE IRANIAN COAST OF OMAN SEA

Zeinab Ansari

Some features of reproductive biology for the first time of shrimp *Alpheus* cf. *burukovskyi* from the Iranian coast of Oman Sea are given

УДК 574.5

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ПРУДА НИЖНИЙ (Г. КАЛИНИНГРАД) В 2015 ГОДУ

О.С. Бугранова, Н.А. Цупикова
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
г. Калининград, Россия, e-mail: olesya.bugranova@klgtu.ru

Водоемы города являются важными эстетическими и функциональными элементами городской среды, а также имеют санитарно-гигиеническое значение, улучшают микроклиматические условия береговой полосы. Экосистемы таких водоемов испытывают серьезную антропогенную нагрузку, которая часто приводит к развитию эвтрофикации, токсификации, заилению и аккумуляции загрязняющих веществ.

Изучение динамики развития фитопланктона, как первого и важного компонента любой экосистемы водоема, позволяет определить уровень трофности водного объекта и функционирование его экосистемы в целом [4].

Пруд Нижний, расположенный в центре города Калининграда, и его берега составляют неотъемлемую часть внутригородских рекреационных пространств, поэтому его экологическое состояние требует постоянного и комплексного наблюдения за экосистемой этого водоема.

Исследования проводили с марта по декабрь 2015 года на трех стандартных станциях экологического мониторинга пруда Нижнего [1]. Отбор и концентрирование проб, определение видового состава, а также подсчет численности и биомассы альгофлоры пруда осуществляли по классическим гидробиологическим методикам [2, 3].

За рассматриваемый период фитопланктона пруда Нижний было выявлено 240 видов водорослей рангом до рода и из них 178 видов рангом ниже рода. Основу видового богатства (138 видов) составляет отдел зеленых водорослей (58 % от общего видового разнообразия). Отдел диатомовых насчитывает 29 видов (12 %), синезеленых – 22 (9 %), эвгленовых – 21 (9 %), динофитовых – 16 (7 %), пиропитовых – 8 (3 %), и золотистых – 6 видов (менее 3 % от общего видового богатства фитопланктона).

Анализ динамики видового разнообразия альгофлоры пруда показал, что максимальное обилие видов наблюдается с мая по сентябрь и достигает максимума (113 видов) в сентябре (рисунок 1), что определяется целым комплексом взаимосвязанных факторов (температура, световые условия и содержание биогенных элементов).

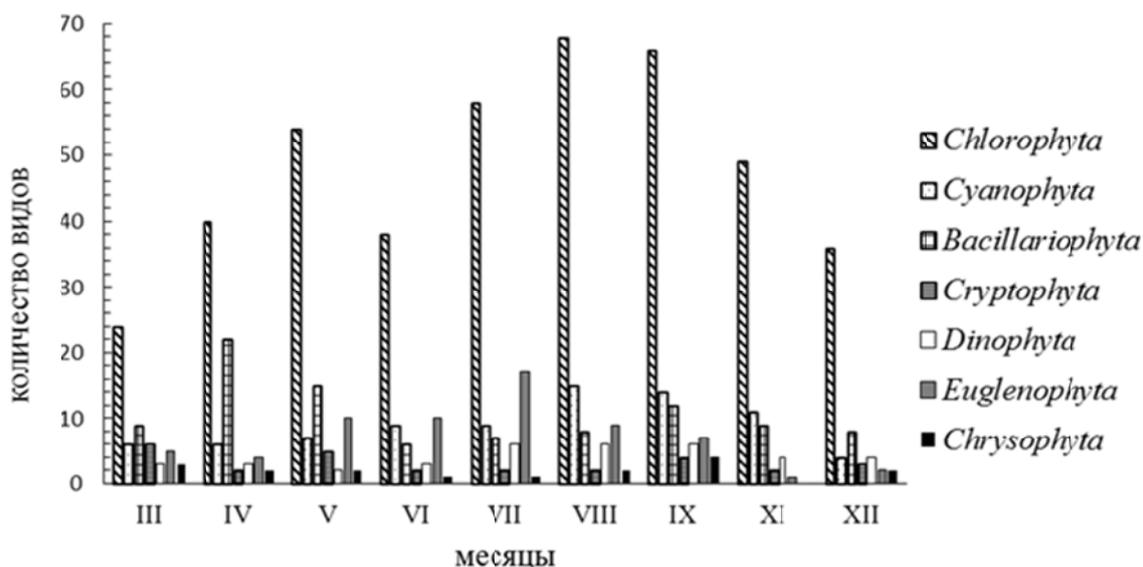


Рисунок 1 – Динамика видового разнообразия фитопланктона пруда Нижний

Было установлено, что большие концентрации биогенов в вегетационный период развития фитопланктона определяют продолжительность его вегетации и уровень численности популяций, а их дефицит способствует его снижению (рисунок 2).

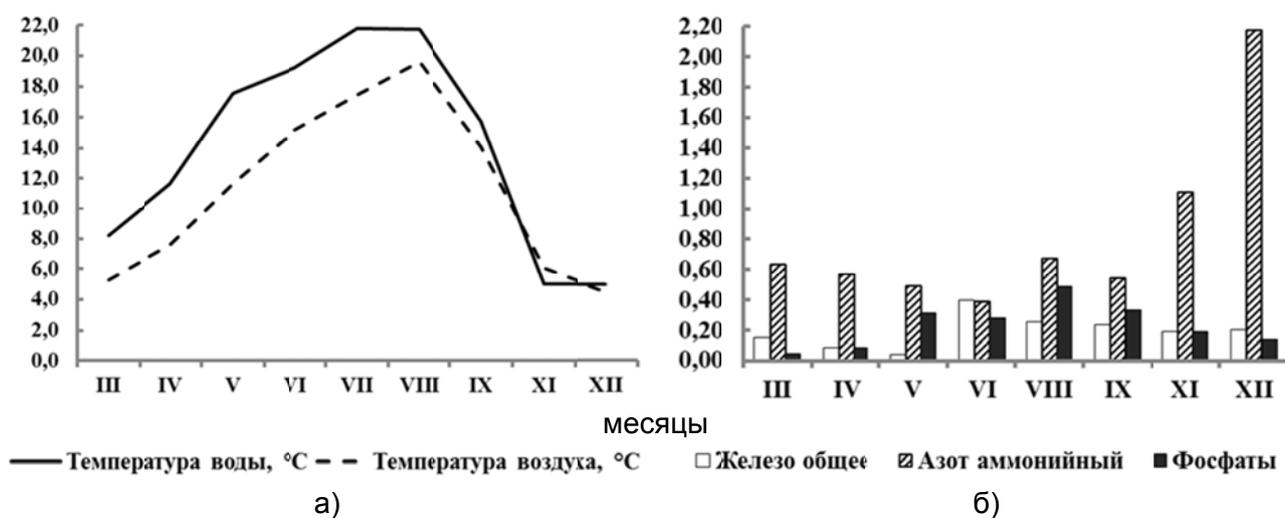


Рисунок 2 – Температура, °C, воды пруда (поверхностный горизонт) и воздуха (среднемесячная) (а); концентрации биогенных веществ, мг/дм³ (б)

Сезонная динамика численности и биомассы фитопланктона пруда определяется, главным образом, динамикой гидрометеорологических условий (рисунок 3).

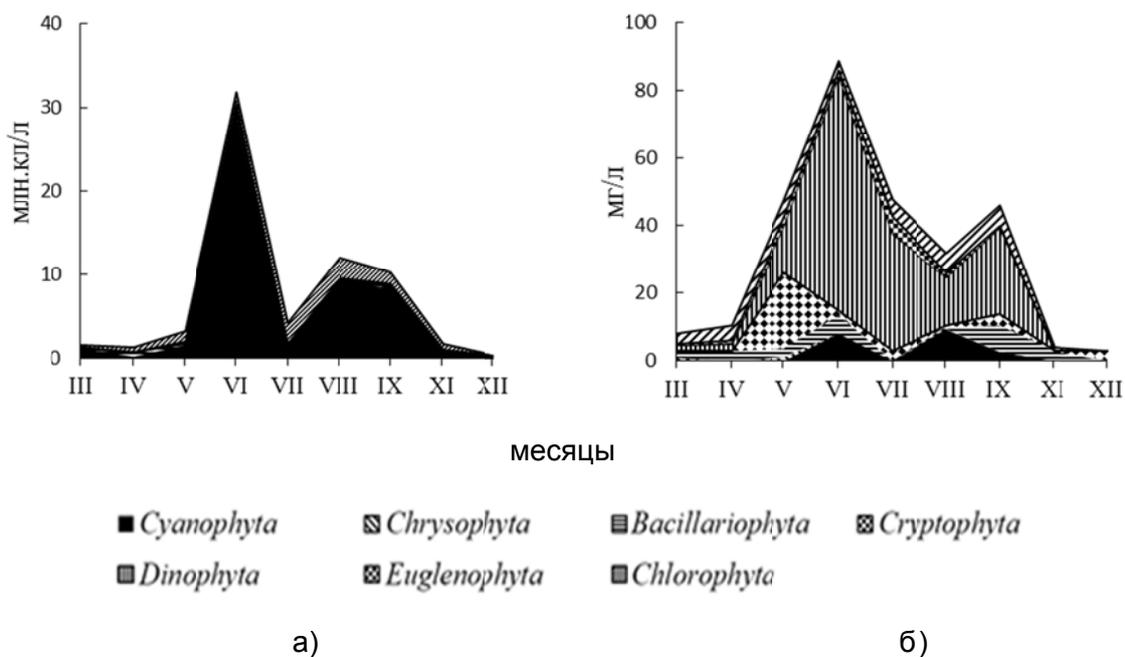


Рисунок 3 – Динамика общей численности (а) и биомассы (б) основных групп фитопланктона пруда Нижнего

Зимой фитопланктон развит слабо, с началом прогревания воды обилие зеленых и диатомовых водорослей увеличивается. К концу весны численность водорослей снижается, что связано с массовым развитием зоопланктона в этот период. При дальнейшем прогреве воды начинают интенсивно развиваться зеленые и синезеленые водоросли.

В сезонной динамике фитопланктона пруда Нижний наблюдается два пика численности и биомассы: весенне-летний и летне-осенний, связанные с массовым развитием синезеленых водорослей родов *Anabaena* и *Microcystis*.

Особенности гидрохимических условий и связанная с ними сукцессия альгофлоры пруда Нижнего позволяют выделить несколько этапов сезонной динамики фитопланктона:

Весенний период (март-начало июня), связанный с началом прогрева воды. Наблюдается весенний пик за счет быстрорастущих видов в условиях большого содержания биогенов. В этот период доминировали *Cyclotella comta*, *Stephanodiscus hantzschii*, а также виды родов *Oscillatoria* и *Microcystis*.

Летний период (конец июня-август), в начале которого быстрое развитие зоопланктона приводит к резкому его обеднению. Биомасса фитопланктона резко снижается и происходит минерализация биогенных элементов. Затем после выедания фитопланктона снижается численность зоопланктона и восстанавливается концентрация биогенов, что способствует развитию летней альгофлоры. Доминировали виды: *Anabaena circinalis*, *Oscillatoria planctonica*, *Merismopedia tenuissima*, *Pandora morum*.

Осенний период (конец августа-сентябрь), в котором наблюдается повышение биомассы летне-осеннего фитопланктона и появление холодолюбивых видов. В водорослевом комплексе пруда доминировали *Anabaena circinalis*, *Oscillatoria planctonica*, *Merismopedia tenuissima*, *Ankistrodesmus bernardii*.

Зимний период (ноябрь-декабрь), который характеризуется слабым развитием фитопланктона и соответственно малой численностью и биомассой, в результате чего происходит накопление биогенов. Доминирующими видами являются *Oscillatoria planctonica*, *Cyclotella comta*, *Stephanodiscus hantzschii*, *Cryptomonas ovata*, *Komma caudata*.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бугранова О. С. Весенний фитопланктон пруда Нижнего (г. Калининград) в 2015 году // Эколого-географическая и этнокультурная комфортность родного края / Материалы молодежной научной конференции. Карачаевск: КЧГУ, 2015. – С. 33-38.
2. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – 240 с.
3. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. Абакумова В.А. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 318 с.
4. Трифонова И. С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. – Л.: Наука, 1990. – 183 с.

SEASONAL DYNAMICS OF PHYTOPLANKTON IN THE NIZHNY POND (KALININGRAD) IN 2015

O.S.Bugranova, N.A.Tsoupikova

The paper features seasonal succession, population dynamics and biomass of planktonic algae due to seasonal changes in water temperature and nutrients concentration in the Nizhny pond according to the results of the monitoring within the year 2015.

УДК 595.384.12.

О БАТИМЕТРИЧЕСКОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ КРЕВЕТКИ *PLESIONIKA HETEROCARPUS* (COSTA 1871) В ЗАПАДНОАФРИКАНСКИХ ВОДАХ

Р.Н. Буруковский

Калининградский государственный технический университет

E-mail: burukovsky@klgtu.ru

Креветка *Plesionika heterocarpus* широко распространена в Средиземном море и в западноафриканских водах. В водах Северо-Западной Африки, например, она играет роль одного из руководящих видов таксоцены креветок кромки шельфа, будучи спутником важного промыслового вида *Parapenaeus longirostris*. В этом же районе ее находят в желудках 12 видов рыб. В водах Западной Сахары *P. heterocarpus* служит жертвой таких важных промысловых рыб, как *Zeus faber*, *Trigla hirundo*, *Scyliorhynchus canicula*, *Helicolenus dactylopterus* и массовых головоногих моллюсков *Octopus vulgaris*, *Sepia officinalis*, *Illex coindetii*, *Todarodes sagittatus*. Сама *P. heterocarpus* — бентофаг, собиратель, преимущественно детритофаг и некрофаг. На ранних этапах онтогенеза она ведет себя не только как детритофаг и некрофаг, но и как хищник-собиратель и пасущийся хищник, то она — хищник-оппортунист. С увеличением размеров этот вид почти полностью переходит к детритофагии и некрофагии.

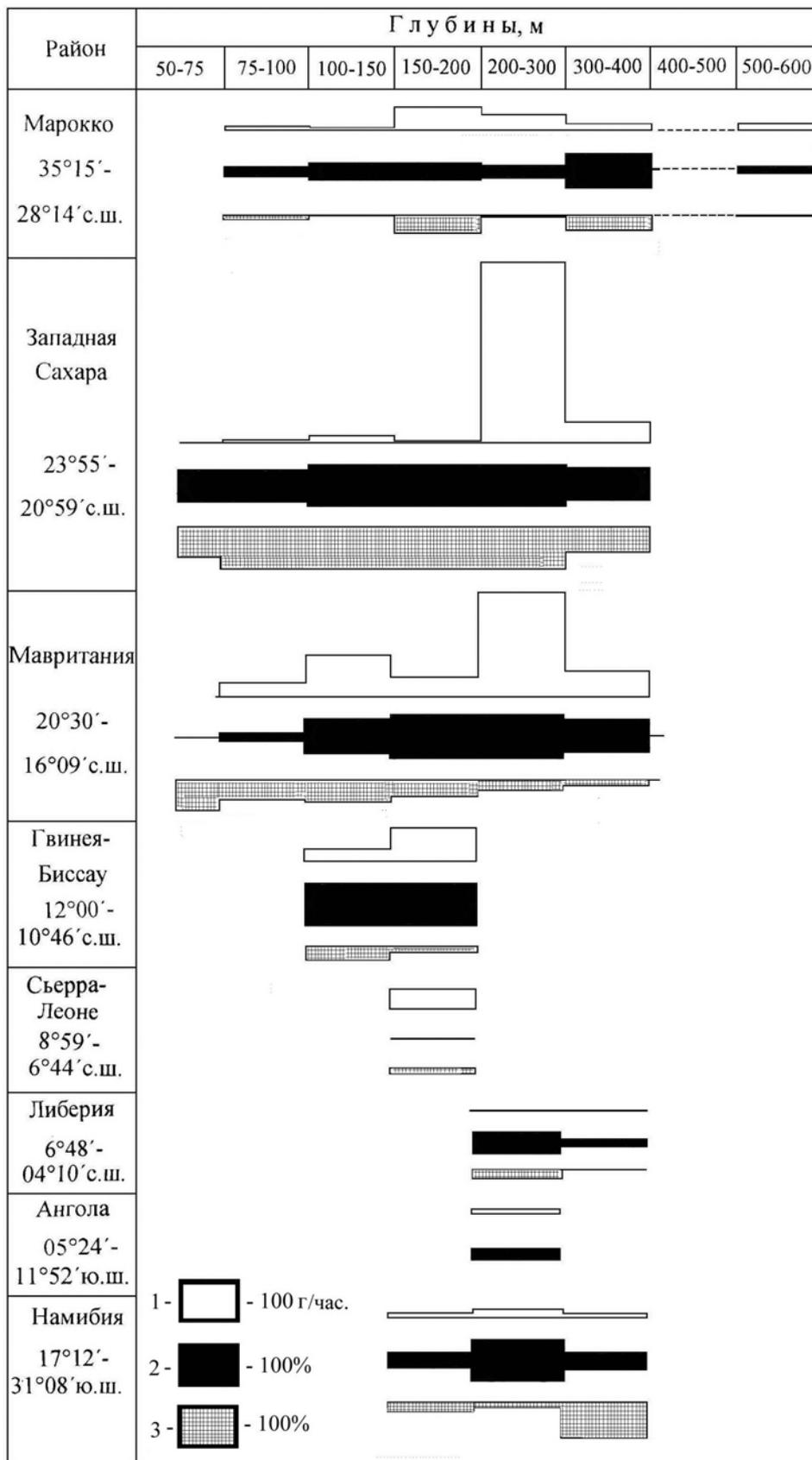
Это объясняет наш интерес к различным аспектам экологии *P. heterocarpus* вида. Цель данного сообщения — описание особенностей ее батиметрического распределения в водах Западной Африки от Марокко до Намибии.

Ареал *P. heterocarpus* охватывает Средиземноморско-Лузитанскую и Западноафриканскую тропическую зоогеографические области, достигая в водах Намибии (18°24' ю.ш.) южных пределов своего распространения. Она встречается от шельфа (35 м) до верхней части материкового склона (680 м). Особенность Западной Африки в том, что ее побережья (исключая Гвинейский залив) фактически простирается с севера на юг. Благодаря этому ареал *P. heterocarpus* пересекает субтропическую, тропическую и экваториальную климатическую зоны и районы с разными особенностями вертикальной структуры вод, седиментогенеза, рельефа дна, грунтов. Это позволило выявить особенности и закономерности в вариациях ее батиметрического распределения *P. heterocarpus*.

Исследованы изменения с севера на юг диапазон батиметрического распределения, частоты встречаемости, удельной биомассы и роли *P. heterocarpus* в уловах креветок. Материал собран в 1978-1984 гг. во время траловых съемок (трал «Хек» 4м с мелкоячейной делью в кутце). Скорость тралений была постоянной. Объем материала: 907 количественных ловов на глубинах 13-1230 м. Улов креветок на час траления мы принимали за удельную биомассу. Частота встречаемости рассчитана как процент от общего количества тралений. Доля в биомассе креветок тоже определяли в процентах.

Все параметры распределения вида в водах западной Африки, подвержены клинальной изменчивости (рисунок):

1. Величина батиметрического диапазона уменьшается с севера на юг. У Марокко это вся нижняя часть шельфа, его кромка до верхней части склона. Южнее он постепенно сужается, хотя у Западной Сахары и Мавритании креветка обитает даже в верхней части шельфа. Далее на юг границы диапазона отступают и сверху, и снизу, и в водах Сьерра Леоне он уже ограничен лишь узкой полосой кромки шельфа, ее верхней частью. Далее креветка снова смещается глубже, на нижнюю часть кромки шельфа, и диапазон вертикального распределения опять увеличивается, в меньших масштабах, но повторяя то, что наблюдается в Северном полушарии.



Батиметрическое распределение *Plesionika heterocarpus*

1 - удельная биомасса; 2 - частота встречаемости; 3 - доля в биомассе креветок

Креветка не выходит за пределы кромки шельфа ни на склон, ни на шельф. Осью этой «симметрии» служат 4-6° с.ш., т.е. термический "экватор". Причина этого – гидрологические особенности вод Западной Африки, меняющиеся по такому же правилу. Они определяются положением границы между вертикальными структурными зонами вод и слоями внутри них.

2. Частота встречаемости креветок изменяется аналогично. Но ее максимум приходится на Западную Сахару, а минимума – на район Анголы. Диапазон глубин, где креветка встречается чаще всего, сначала сильно расширяется до предела, захватывая весь диапазон батиметрического распределения вида (в Западной Сахаре), затем сужается, опережая диапазон батиметрического распределения.

3. Биомасса возрастает до максимума в Западной Сахаре, а затем уменьшается с севера на юг до минимума в водах Сьерра-Леоне и Либерии, и опять несколько увеличивается к югу от них.

4. Изменение доли *P. heterocarpus* в таксоцено креветок отражает изменение биомассы: в водах Западной Сахары *P. heterocarpus* доминирует среди креветок на всех глубинах, даже там, где ее биомасса минимальна. Там, где биомасса вида максимальна, она превышает биомассу прочих креветок в тысячи раз.

Создается впечатление, что изменения последних трех параметров следствие некой общей причины.

Частота встречаемости всех донных креветок в уловах зависит от особенностей субстрата. На мягких грунтах она всегда выше. Для *P. heterocarpus* это правило, оказывается, не работает: в районе Западной Сахары грунты на шельфе довольно жесткие, и общая частота встречаемости креветок ожидаемо очень низкая. Зато *P. heterocarpus* встречается в каждом улове на всех глубинах, где он встречен. Следовательно, для него грунт — условие необходимое, но недостаточное. Для *P. heterocarpus* важен не характер грунта, а тип седиментогенеза. Максимальные биомассы этого вида наблюдаются в водах Западной Сахары, которая находится в зоне с аридным типом биогенного седиментогенеза. Чем дальше от нее, чем сильнее выражен гумидный тип осадкообразования, тем меньше биомасса (и частота встречаемости) *P. heterocarpus*.

Можно заключить, что особенности батиметрии *P. heterocarpus* определяются разными факторами среды, а именно: положением границ между вертикальными структурными зонами вод (границы диапазона батиметрического распределения) и типом седиментогенеза (частота встречаемости, удельная биомасса и доля вида в биомассе всех креветок).

ABOUT VERTICAL DISTRIBUTION OF SHRIMP PLESIONIKA HETEROCARPUS (COSTA 1871) IN THE WEST AFRICAN WATERS

R.N. Burukovsky

In the West African waters, the range of the vertical distribution of *P. heterocarpus* limited by the position of the boundaries between the vertical waters zones and quantitative distribution by the sedimentogenesis features.

НОВЫЙ ЧУЖЕРОДНЫЙ ВИД ДВУСТВОРЧАТОГО МОЛЛЮСКА *RANGIA CUNEATA*
(G.V. SOWERBY I, 1831) И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА СТРУКТУРУ ЗООБЕНТОСА
ВИСЛИНСКОГО ЗАЛИВА

А.А. Гусев, Л.В. Рудинская*

Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Калининград 236022, andgus@rambler.ru

*Калининградский Государственный Технический Университет, Калининград 236022

В водоемах разных регионов мира ученые постоянно регистрируют новые, ранее не обнаруженные виды гидробионтов, причем, количество таких находок постоянно увеличивается. Проблема вселения чужеродных видов в новые места обитания в наши дни встала наиболее остро в связи с необходимостью изучения биологического разнообразия в глобальном масштабе с целью его сохранения.

Само по себе расширение биогеографического ареала видов способствует увеличению биологического разнообразия. Однако не всегда виды-вселенцы оказываются безобидными для аборигенных сообществ и экосистемы-реципиента в целом [1, 2].

Целью работы было изучение динамики двустворчатого моллюска *Rangia cuneata* и основных групп макрозообентоса в Вислинском заливе в 2010-2015 гг. Оценить, как повлияла интродукция *Rangia cuneata* на структуру зообентоса Вислинского залива.

Вислинский (Калининградский) залив расположен в юго-восточной части Балтийского моря. Он отделен от Гданьского залива Вислинской косой и соединен с Балтийским морем узким судоходным проливом шириной 400 м и глубиной 10-12 м. Площадь залива составляет 838 км², из них 472,5 км² – акватория Российской Федерации. Объем котловины залива – 2,3 км³. Суммарный годовой сток из залива в море в среднем равен 20.5 км³, суммарный годовой приток – 17,0 км³, что составляет 88.5% общего водного баланса. Средняя глубина 3,1 м, максимальная – 5,2 м. Соленость воды в течение года колеблется от 0,1 до 8‰, в среднем – 3,7‰ [3, 4]. Среднемесячная температура поверхностного слоя воды изменяется от 0,2°C в феврале до 21,2°C в июле. Прозрачность воды низкая, 0,5-0,7 м, что обусловлено высокой ее мутностью, что определяется с одной стороны естественными причинами (мелководность, волнение, речной сток и т.д.), а с другой – интенсивным антропогенным воздействием [5].

Материалом для данного исследования послужили пробы макрозообентоса собранные в открытой части Вислинского залива в рамках комплексного мониторинга, проводимого по стандартной сетке станций ежемесячно с апреля по октябрь. Пробы отбирали дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,025 м². Предположительная глубина проникновения дночерпателя в грунт была до 10-15 см. Собранные пробы промывали через сито с размером ячеек 0,5 мм, прижизненно разбирали на борту судна и фиксировали 4% раствором формалина [6, 7].

В 2010 и 2011 гг. наблюдали активное пополнение популяции *Rangia cuneata* молодью. В 2012 г. пополнения не наблюдали. После холодной зимы 2012-2013 гг. и длительного ледостава был отмечен значительный отход рангий до 90-95%. Но в 2013 и 2014 гг. опять отмечено активное пополнение популяции молодью. В 2015 г. зарегистрировано снижение численности моллюсков и отсутствие пополнения молодью (рисунок 1).

Биомасса рангии возрастала к 2012 г. и резко снизилась в 2013 г. после довольно суровой зимы 2012-2013 гг. Сейчас биомасса продолжает расти.

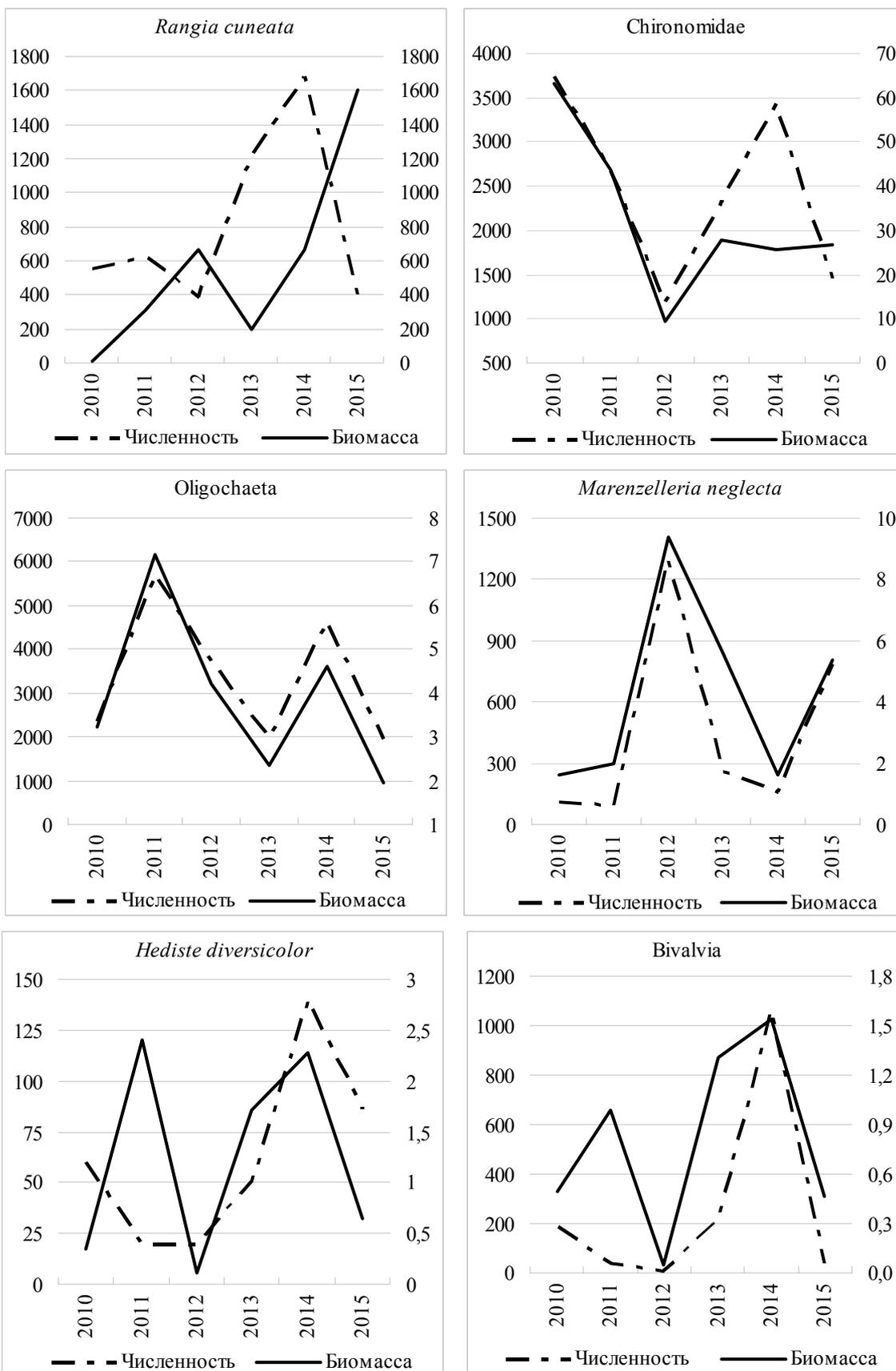


Рисунок 1 - Динамика численности и биомассы в основных таксономических группах зообентоса Вислинского залива в 2010-2015 гг.

В первые три года инвазии рангии для хирономид отмечено снижение численности в 3,5 раза, а биомассы более чем в 6 раз. В 2013-2015 гг. численность возросла по сравнению с 2012 г. Также увеличилась биомасса и вышла на некий средний уровень около 30 г/м² и сохраняет его последние 3 года.

Для олигохет отмечено повышение численности и биомассы в годы максимальных значений численности рангии.

В годы высоких биомасса рангии наблюдали увеличение численности и биомассы полихет рода *Marenzelleria neglecta* Bick, Sikorski, 2004. Обратная динамика была характерна для полихеты *Hediste diversicolor* (O.F. Müller, 1776) и двустворчатых моллюсков. В тоже время это могло быть как следствием конкурентных отношений за пищевые ресурсы между этими таксонами донных беспозвоночных, так и интенсивностью затока более соленых вод в Вислинский залив из Балтийского моря.

Таким образом, впервые годы инвазии *Rangia cuneata* значительно повлияла на количественное развитие хирономид в Вислинском заливе. Олигохеты достигали максимального развития в годы с хорошим пополнением *Rangia cuneata*, когда наблюдали ее максимальные численности. Для полихет рода *Marenzelleria neglecta* отмечено, что их максимальное развитие совпадало с годами максимальных биомасс *Rangia cuneata*, а для *Hediste diversicolor* и двустворчатых моллюсков отмечена обратная тенденция.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алимов, А.Ф. Антропогенное распространение видов животных и растений: процесс и результат / А.Ф. Алимов, Н.Г. Богущкая, М.И. Орлова, В.А. Паевский, С.Я. Резник, О.Е. Кравченко, Д.В. Гельтман // Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М. СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. С. 16-43.

2. Дгебуадзе, Ю.Ю. Роль хищничества и конкуренции в инвазионных процессах на примере зоопланктонных сообществ / Ю.Ю. Дгебуадзе, И.Ю. Фенева, С.В. Будаев // Биология внутренних вод. 2006. № 1. С. 67-73.

3. Беренбейм, Д.Я. Гидрометеорологическое описание Вислинского залива // Экологические рыбохозяйственные исследования в Вислинском заливе Балтийского моря. Калининград: 1992. С. 10-14.

4. Силич, М.В. Водный баланс // Гидрометеорологический режим Вислинского залива. Л.: Наука, 1971. С. 143-164.

5. Сенин, Ю.М. Общая характеристика Вислинского залива / Ю.М. Сенин, В.А. Смыслов, М.М. Хлопников // Закономерности гидробиологического режима водоемов различного типа / Под ред. А.Ф. Алимова и М.Б. Ивановой. М.: Научный мир, 2004. С. 17-18.

6. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова. Л.: Гидрометеозат, 1983. 239 с.

7. Салазкин, А.А. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах Зообентос и его продукция / А.А. Салазкин, А.Ф. Алимов, Н.П. Финогенова, Г.Г. Винберг. Л.: ГосНИОРХ, 1983. 51 с.

NEW ALIEN SPECIES OF BIVALVE *RANGIA CUNEATA* (G.B. SOWERBY I, 1831) AND ITS IMPACT ON THE ZOOBENTHOS STRUCTURE OF THE VISTULA LAGOON

A.A. Gusev, L.V. Rudinskaya

The dynamics of abundance and biomass in the main taxonomic zoobenthos groups of the Vistula Lagoon is presented. The influence of *Rangia cuneata* on the zoobenthos structure of the Vistula Lagoon is shown

САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СУДАКА (*SANDER LUCIOPERCA*)
КУРШСКОГО ЗАЛИВА

О.В. Казимирченко, В.К. Зелёная
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
236022 Калининград, Советский пр., 1, Россия
E-mail: okazimirchenko@gmail.com

В настоящее время в связи с повышением антропогенной нагрузки, ежегодным цветением Куршского залива ухудшаются экологические условия для гидробионтов. Высокое содержание в воде органических веществ и токсичных веществ сине-зеленых водорослей – фактор, способствующий развитию патогенной, условно-патогенной и санитарно-показательной микрофлоры, которая, обладая высокой ферментативной активностью, инфицирует организм рыбы и длительно в нем сохраняется. Сразу после вылова и засыпания рыбы возрастает проницаемость кишечника, и микроорганизмы быстро мигрируют в мышечную ткань, что может стать причиной порчи рыбы при хранении и переработке [3].

Судак – ценный промысловый объект Куршского залива, который доминирует в комплексе хищных рыб. Мясо судака считается диетическим продуктом, богато содержанием белков и минеральных веществ.

Целью наших исследований было изучение состава бактериофлоры судака Куршского залива и анализ циркуляции санитарно-показательных и патогенных бактерий в рыбе.

Микробиологические исследования судака включали описание клинических и патологоанатомических признаков у рыбы. Изучение бактериофлоры рыбы проводили по стандартным методикам [1, 4].

При клиническом осмотре кожи, плавников, жабр патологических изменений у исследованных рыб не регистрировали. У некоторых экземпляров судака отмечали незначительные покраснения в области рта, нижней челюсти, кровоизлияния на жаберной крышке. При вскрытии рыбы патологических изменений во внутренних органах не обнаруживали.

Состав микрофлоры судака за исследуемый нами период формировали группы условно-патогенных, санитарно-значимых и сапрофитных бактерий.

Доминирующие в микрофлоре рыбы сапрофитные бактерии рода *Bacillus* в основном составляли микрофлору кишечника. Бактерий также встречали в микрофлоре кожи, жабр, мышц и некоторых внутренних органов. Бациллы длительно сохраняются в воде за счет спор и устойчиво в ней циркулируют, следовательно, бацилл можно отнести к постоянной микрофлоре судака.

Бактерии рода *Pseudomonas* – единственная группа условно-патогенных бактерий, идентифицированная нами в микрофлоре судака Куршского залива. Бактерии доминировали в микрофлоре печени, входили в состав микрофлоры желчного пузыря, кишечника, селезенки.

В летний сезон из микрофлоры желчного пузыря и селезенки выделили синегнойную палочку *Pseudomonas aeruginosa*. Эти бактерии отнесены к санитарно-значимым микроорганизмам, которые устойчивы ко многим физическим факторам среды, антибиотикам и способны проявлять патогенные свойства в отношении человека, вызывая у него септицемию [2].

Среди санитарно-значимых бактерий кишечной группы в микрофлоре судака циркулировали бактерии рода *Citrobacter*. Бактерий обнаруживали в основном в составе бактериофлоры кишечника, кожи, крови и печени. Цитробактеры попадают в водоемы с

фекальными стоками. Бактерии также могут вызывать патологические процессы у рыб самостоятельно или в ассоциации с другими условно-патогенными бактериями [2].

Таким образом, проведенные санитарно-микробиологические исследования судака Куршского залива выявили присутствие в его микрофлоре условно-патогенных бактерий рода *Pseudomonas*, интенсивное развитие которых, с одной стороны, может стать причиной быстрой порчи рыбы при нарушениях условий ее хранения и переработки, с другой стороны, псевдомонады представляют опасность для здоровья рыб. Обнаружение бактерий кишечной группы в микрофлоре рыбы следует рассматривать как индикатор аллохтонного загрязнения Куршского залива.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лабораторный практикум по болезням рыб / Под ред. В.А. Мусселиус. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 96 с.
2. Ларцева Л.В. Микрофлора рыб и других гидробионтов / Л.В. Ларцева, О.В. Обухова, И.А. Лисицкая; под ред. Проф. Ю.В. Алтуфьева. Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2008. 108 с.
3. Обухова О.В. Микробиоценоз воды и судака (*Sander lucioperca*) в дельте р. Волги / О.В. Обухова, Л.В. Ларцева. СПб: Проспект науки, 2015. 224 с.
4. Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований / Под ред. А.С. Лабинской, Л.П. Блинковой, А.С. Ещиной. М.: Медицина, 2004. 576 с.

SANITARY-MICROBIOLOGICAL ASSESSMENT OF PIKEPERCH (*SANDER LUCIOPERCA*) FROM CURONIAN BAY

O.V. Kazimirchenko, V.K. Zelenaya

The microflora composition of pikeperch from Curonian bay has been studied. Sanitary and facultative bacteria were detected.

УДК 597.587.9-12 (234.24)

СОСТАВ МИКРОБИОЦЕНОЗОВ ТРЕСКИ (*GADUS MORHUA*) И РЕЧНОЙ КАМБАЛЫ (*PLATICHTHYS FLESUS* L.) БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

О.В. Казимирченко, Е.С. Крачковская, А.Е. Семенова
Калининградский государственный технический университет,
236022 Калининград, Советский пр., 1, Россия
E-mail: okazimirchenko@gmail.com

У трески и речной камбалы Балтийского моря различными исследователями регистрируются патологические изменения на кожных покровах в виде язв [2, 5, 6, 7] и опухолей различной локализации [3, 4]. Подобные изменения, как правило, связаны с заражением рыбы патогенными микроорганизмами, в первую очередь вирусами и бактериями.

В 2014 году в лаборатории ихтиопатологии КГТУ были начаты микробиологические исследования речной камбалы и трески с целью выявления в микрофлоре патогенных и условно-патогенных бактерий, участвующих в возникновении бактериальных заболеваний морских рыб. Микробиологические исследования включали описание клинических и патологоанатомических признаков, посев всех органов и тканей рыб на селективные питательные среды, идентификацию штаммов бактерий по общепринятым в ихтиобактериологии методикам [1].

У исследованных экземпляров трески были зафиксированы обширные язвы на голове, нижней челюсти, спинных плавниках, на хвостовом стебле, обширные геморрагии вблизи грудных плавников. При вскрытии трески в брюшной полости обнаруживали кровяной экссудат, наблюдали изменения в печени: она была зернистой, песочного цвета.

У речной камбалы на коже отмечали наличие опухолей в виде одиночных или множественных узелков. Опухоли в основном располагались на брюшной стороне тела вдоль боковой линии и на хвостовом стебле. Характер опухолей и их расположение – признаки лимфоцистиса речной камбалы – заболевания вирусной этиологии, регистрируемого у этого вида рыбы в Балтийском море [3, 4]. У многих экземпляров камбалы наблюдали наличие открытых язв с красным ободком, локализующихся на брюшной стороне тела. При вскрытии у камбалы, как и у трески, были выявлены патологии печени – обесцвечивание, изменение консистенции.

Основу микробиоценоза трески составляли галофильные бактерии рода *Vibrio*. Вибрионы были изолированы из микрофлоры язвенных поражений кожи и печени. В микрофлоре язв также присутствовали психрофильные бактерии рода *Pseudomonas*. Псевдомонады циркулировали и в микрофлоре почек рыбы.

При сравнении состава микрофлоры трески с патологиями кожных покровов и экземпляров рыбы без видимых отклонений были выявлены некоторые различия в качественном составе таксономических групп бактерий. У трески без патологий на коже в микрофлоре органов и тканей преобладали сапрофитные споровые бактерии рода *Bacillus* и кокковая микрофлора, представленная бактериями родов *Staphylococcus* и *Sarcina*. Присутствие потенциально-опасных палочковидных бактерий из семейств *Vibrionaceae* и *Pseudomonadaceae* – этиологических агентов бактериальных инфекций у трески, было незначительным.

Состав микрофлоры трески с язвенными поражениями был разнообразнее. Наряду с доминирующими вибрионами и псевдомонадами в микрофлоре кожи, кишечника и некоторых внутренних органов рыбы циркулировали виды не ферментирующих грамотрицательных бактерий родов *Moraxella* и *Acinetobacter*, кокковые бактерии (*Planococcus* *Streptococcus*, *Staphylococcus*), споровые бактерии рода *Bacillus*.

Микробиоценоз органов и тканей речной камбалы формировался как за счет морской бактериофлоры (грамотрицательные палочковидные бактерии семейств *Vibrionaceae* и *Pseudomonadaceae*, галофильные кокки рода *Planococcus*), так и пресноводными видами бактерий (грамположительные кокковые бактерии и споровые бактерии рода *Bacillus*), что связано с экологическими особенностями обитания этого вида рыбы. Кроме того, в микрофлоре камбалы регистрировали бактерий фекальной кишечной группы.

Среди потенциально опасных для речной камбалы регистрировали бактерий родов *Aeromonas* и *Pseudomonas* при доминировании псевдомонад.

Проведенный сравнительный анализ показал, что условно-патогенные бактерии родов *Aeromonas* и *Pseudomonas* у экземпляров камбалы без кожных язв обнаруживались в микрофлоре практически всех внутренних органов в ассоциациях. При этом преобладали виды бактерий рода *Pseudomonas*, которые в основном обсеменяли кожу, мышцы и почки. Среди бактерий рода *Aeromonas* в микрофлоре рыбы были выделены неподвижные виды *A. salmonicida* и *A. media*. Эти виды аэромонад относятся к возбудителям бактериальных заболеваний морских рыб.

Микрофлора речной камбалы с язвенными изменениями на коже была представлена только видами условно-патогенных бактерий рода *Pseudomonas*, встреченные нами в микрофлоре кожи, жабр, мышц и кишечника. Из посевов язв почти в равных соотношениях изолировали три вида псевдомонад - *P. putida*, *P. putrefaciens* и *Ps. pseudoalcaligenes*. Эти же виды бактерий, наряду с условно-патогенными бактериями *Aeromonas hydrophila* присутствовали в составе бактериофлоры опухолевых тканей.

Таким образом, проведенные нами микробиологические исследования трески и речной камбалы показали, что в микрофлоре рыб циркулируют потенциально опасные

бактерии, которые могут быть причиной развития язвенного поражения кожи, регистрируемого у этих видов рыб в Балтийском море.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лабораторный практикум по болезням рыб / Под ред. В.А. Мусселиус. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 96 с.
2. Родюк Г.Н. Встречаемость язвенного поражения кожи трески в условиях антропогенного загрязнения юго-восточной части Балтийского моря (26 подрайон ИКЕС) / Г.Н. Родюк, Н.Н. Чукалова, Л.П. Бахолдина, Н.Л. Чернышева // Материалы IV международ. конференции «Современные проблемы гидроэкологии». СПб: ЗИН РАН, 2008. С. 234-236.
3. Родюк Г.Н. Лимфоцистис речной камбалы (*Platichthys flesus* L.) в российских водах Южной Балтики: динамика встречаемости заболевания в 2005-2010 гг. / Г.Н. Родюк, С.В. Иванов // Вопросы рыболовства, 2013. Т. 14. №2 (54). С. 353-363.
4. Lang T. Lymphocystis disease in flatfish // The Baltic Marine Biologists Publication, 1994. № 15. P. 9-15.
5. Møllergaard S., Lang T. Diseases and parasites of Baltic cod (*Gadus morhua*) from the Mecklenburg Bight to the Estonian coast // ICES Journal of Marine Science, 1999. 56: 164–168.
6. Podolska M. Baltic cod (*Gadus morhua*): skin ulcers, bacteriology and biomarker response / M. Podolska, Mulkiewicz E., Napierska D., Grawiński E. // ICES CM 2010/F:05. 20 p.
7. Wiklund T., Bylund G. Skin ulcer disease of flounder *Platichthys flesus* in the northern Baltic Sea // Diseases of aquatic organisms, 1993. Vol. 17. P. 165-174.

MICROBIOCENOSIS OF COD (*GADUS MORHUA*) AND FLOUNDER (*PLATICHTHYS FLESUS* L.) OF BALTIC SEA

O.V. Kazimirchenko, E.S. Krachkovskaya, A.E. Semenova

Microbiological studies of cod and flounder from the Baltic Sea were carried out. Some pathogenic and facultative bacteria were revealed.

УДК 574.587

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СООБЩЕСТВ МАКРОЗООБЕНТОСА ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ Г. КАЛИНИНГРАДА

А.С. Максименко

ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»,
г. Калининград, Koenig_max@mail.ru

При проведении биологических исследований любого характера, всегда важно знать какие виды, и в каком количестве входят в состав данного природного сообщества. Это позволяет более полно отразить состояние экосистемы и получить основания для отслеживания долговременных изменений, протекающих в нем [1]. Видовое разнообразие сообществ гидробионтов складывается из двух компонентов: видового богатства (характеризуется общим числом видов) и на относительном обилии вида и положении его в структуре доминирования [6]. Гидробиологическая оценка состояния сообществ макрозообентоса водоемов г. Калининграда ранее практически не проводилась. Цель данной работы – описание структуры, плотности поселений и предварительная оценка биоразнообразия сообществ организмов макрозообентоса прибрежной зоны четырех водоемов г. Калининграда.

Пробы зообентоса были собраны с.н.с. Гусевым А.А. 10 - 15 апреля 2014 г. в четырех водоемах г. Калининграда, расположенных в его южной (озера Пеньковское и Шенфлиз), западной (озеро Пелавское) и юго-западной (пруд Нансенский) частях города и переданы нам для обработки. В каждом водоеме на глубине 0,5 - 0,7 м были отобраны по 3 пробы

дночерпателем Петерсена с площадью захвата грунта 0,025 м². Обработку проб проводили по общепринятым методикам [2,3,4]. На данном уровне изученности бентоса его идентификация до вида была проведена не для каждого таксона, поэтому наши результаты следует считать предварительными. В каждом водоеме была подсчитана удельная численность (в экземплярах на 1м²). Биологическое разнообразие макрозообентоса оценивали с помощью индекса Шеннона (1):

$$H = -\sum p_i \log_2 p_i, \quad (1)$$

где H – разнообразие в бит/экз. [5].

В *озере Шенфлиз* по численности доминируют олигохеты (55%) (табл. 1). Второе место занимают Chironomidae gen. spp. (22%), а третье – моллюск *Potamopyrgus antipodarum* (19%). Доля прочих видов составляла менее 1% каждого. Это озеро – единственное, где нет пиявок, личинок поденок и водяного ослика. Но оно наиболее богато двустворчатыми и брюхоногими моллюсками. Лишь в нем имеются ручейники, гаммариды, остракоды и нематоды. Средняя численность бентоса 14160 экз./м². Индекс Шеннона равен 1,72 бит/экз.

В *озере Пелавское* по численности доминировали олигохеты Tubificidae gen. spp. (78%). На втором месте – Chironomidae gen. spp. (7%). По 3% составили личинки поденок *Caenis horaria* и пиявки *Erpobdella* sp. juv., и по 2% – олигохеты: Naididae gen. spp. и Tanypodinae gen. spp. По 1% составили: пиявки (*Erpobdella octoculata*, *Alboglossiphonia heteroclita* var. *papillosa*, *Alboglossiphonia heteroclita* var. *striata*, *Hellobdella stagnalis*, *Protoclepsis tessulata*), личинки мокрецов (*Palpomyia* sp.) и поденок (*Caenis robusta*). Полностью отсутствовали двустворчатые моллюски. Напротив, наблюдалось наибольшее число видов плоских пиявок. Средняя численность бентоса в озере 2573 экз./м². Индекс Шеннона – 1,49 бит/экз. (таблица 1).

В *озере Пеньковое* также доминировали олигохеты Tubificidae gen. spp. (73%) (Табл. 1). На втором месте – хирономиды (20%) (Orthocladiinae gen. spp., Tanypodinae gen. spp. и Chironomidae gen. spp.); по 1%: олигохеты Naididae gen. spp. и личинки поденок (*Caenis horaria*). Только в данном водоеме встречены перикомы и личинки стрекоз, наибольшее количество видов личинок мокрецов, но их доля была единична. Средняя численность бентоса 13787 экз./м². Индекс Шеннона 1,42 бит/экз.

В пруду Нансенский 67% численности приходится на Chironomidae gen. spp. На втором месте – Tubificidae gen. spp. (30%); по 1% составили: Naididae gen. spp, личинки поденок (*Caenis horaria*) и водяной ослик (*Asellus aquaticus*). Данный пруд – единственный водоем, в котором полностью отсутствовали двустворчатые и брюхоногие моллюски, а также плоские пиявки. Средняя численность бентоса 28040 экз./м². Индекс Шеннона равен 1,18 бит/экз. (таблица 1).

Таблица 1- Численность организмов разных таксонов (экз./м²).

Таксоны	Относительная численность организмов зообентоса, %	Пруды			
		пр. Нансенский	оз. Шенфлиз	оз. Пеньковое	оз. Пелавское
Хирономиды (Chironomidae)	43,2	18920	3052	3080	226
Олигохеты (Oligochaeta)	48,9	8560	7813	10200	2053
Поденки (Caenidae)	0,8	213	0	187	67

Продолжение таблицы 1

Таксоны	Относительная численность организмов зообентоса, %	Пруды			
		пр. Нансенский	оз. Шенфлиз	оз. Пеньковое	пр. Нансенский
Водяные ослики (Asellidae)	0,5	200	0	40	40
Глоточные пиявки (Erpobdellidae)	0,5	133	0	53	80
Мокрецы (Ceratopogonidae)	0,2	13	27	66	13
Гидробииды (Hydrobiidae)	4,6	0	2720	0	0
Шаровики и горошинки (Sphaeriidae)	0,4	0	253	53	0
Битинииды (Bithyniidae)	0,4	0	187	0	0
Дрейссены (Dreissenidae)	0,1	0	53	0	0
Плоские пиявки (Glossiphoniidae)	0,2	0	0	66	66
Общая численность	-	28040	14160	13787	2573
Индекс Шеннона	-	1,18	1,72	1,42	1,49

В бентосе изученных водоемов обнаружено 40 таксонов, до видового уровня определено 24. Они относились к 21 семейству, 7 классам и 4 типам беспозвоночных животных. Основа численности трех малых городских водоемов была сформирована олигохетами (48,9%) Субдоминирующими группами во всех исследованных водоемах (а в пруду Нансенский – доминирующими) были личинки хирономид (43,2%), представители остальных групп макрозообентоса были малочисленными. Лишь в озере Шенфлиз несколько выделяются брюхоногие моллюски (*Potamopyrgus antipodarum* (4,6% численности) (табл. 1).

Наибольшая плотность поселений зообентосных организмов обнаружена в прибрежной зоне пруда Нансенский. Доминировали в сообществах личинки хирономид, субдоминировали олигохеты. В озере Шенфлиз плотность поселений была в два раза меньше, доминировали олигохеты, субдоминировали личинки хирономид. В озере Пеньковое она близка к таковой оз. Шенфлиз. Здесь тоже доминировали олигохеты (трубочники, сем. Tubificidae); наименьшие ее значения обнаружены в озере Пелавское – тоже с доминированием трубочников (табл. 1).

Значения индекса Шеннона варьировали в диапазоне от 1,18 до 1,72 бит/экз., что говорит об относительно низком биологическом разнообразии макрозообентоса прибрежной зоны всех исследованных нами водоемов г. Калининграда. Среди них выделяется пруд Нансенский (1,18 бит/экз.), тогда как остальные водоемы относительно близки друг к другу по этому показателю (1,42 - 1,72 бит/экз.). Огромное преобладание небольшого числа доминирующих групп бентоса (всего двух-трех таксонов, в основном, олигохет и личинок хирономид), позволяет предположить, что это следствие антропогенной эвтрофикации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Винберг Г. Г. Первичная продукция водоемов. Минск, 1960.
2. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР / Под ред. Л.А. Кутикова, Я.И. Старобогатов. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 512 с.
3. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / Под общ. ред. С.Я. Цалолихина. СПб.: 1994-2003. в 6-ти томах.
4. 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 ГосНИИОРХ. 1984. 51 с.
5. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.
6. Экология: в 2 т. / Ю. П. Одум ; пер. с англ. Б. Я. Виленкина. М. : Мир, 1986

SPECIES DIVERSITY OF MACROZOOBENTHOS COMMUNITIES IN COASTAL AREAS OF CERTAIN RESERVOIRS OF KALININGRAD TOWN.

Maksimenco A.S.

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Koenig_max@mail.ru

The article describes the structure of macrozoobenthos population density. A preliminary assessment of the biodiversity of communities of organisms of macrozoobenthos of the coastal zone of four reservoirs of Kaliningrad were given.

УДК 594.3: 574.587

ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ ВИШТЫНЕЦКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ (КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Д.В. Манаков

ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»,
г. Калининград, Советский проспект, 1, Россия
echo_tc2@rambler.ru

Российская часть Виштынецкой холмисто-моренной возвышенности находится на крайнем юго-востоке Калининградской области (Нестеровский район) у схождения границ Литвы и Польши, в окрестностях наиболее крупного из озер Виштынецкой группы – Виштынецкого. Эта местность располагает разнообразными водными объектами, расположенными в пределах одноименного природного парка как на лесных землях (крупный охраняемый лесной массив - лес Красный, часть исторической Роминтенской пуши (Rominten Hide)), так и на безлесных территориях у населенных пунктов. Все эти водоёмы густо населены гидробионтами, в том числе моллюсками.

Водным моллюскам возвышенности посвящено несколько работ (Мордухай-Болтовская и др., 1971; Герасимов, 1977; Герасимов, 1983; Озеро Виштынецкое, 2008; Щербина, 2010; Манаков, 2015). Наиболее полно изучено только оз. Виштынецкое. Сведения о количественном развитии брюхоногих моллюсков этого края фрагментарны. Так в списке макробеспозвоночных оз. Виштынецкого (Щербина, 2010) дано разделение на редкие, обычные и массовые виды. В двух других работах (Мордухай-Болтовская и др., 1971; Щербина, 1993) приводятся сведения об изменении биомассы и численности всех моллюсков для оз. Виштынецкого по сезонам.

Цель нашей работы – оценка распределения моллюсков в водоемах различных типов возвышенности и их предварительная количественная оценка.

Материал собран нами 28.04-04.05.2013, 30.04-03.05.2014, 21.06.2014, 16.11.2014 гг. (39 станций на 30 водных объектах, из них 23 количественные станции). Сбор моллюсков производили гидробиологическим сачком (рама 13x15 см, ячейка сетки 1 мм) и вручную вдоль уреза воды, по мелководьям до глубины в 0,5 м. Идентификация моллюсков проводилась на месте сбора по раковине с использованием определителя моллюсков Германии [Glöer P., Meier-Brook C., 2003]. Видовые и родовые названия моллюсков даны по европейским работам [Glöer P., Zettler M., 2005; Zettler et al, 2005].

В 2013–2014 гг. было найдено 25 видов брюхоногих (7 – переднежаберных, 18 – легочных) и 8 видов двустворчатых моллюсков. По частоте встречаемости среди гастропод лидировал *Pl. corneus* (более 10%). Основу малакофауны (частота более 5%) составляют: *B. tentaculata*, *L. stagnalis*, *V. contectus*, *S. corvus*, *R. auricularia*, *R. balthica*, *P. planorbis*, *Ph. fontinalis*, *A. vortex*. К наиболее редким видам (менее 1 %) можно отнести *S. palustris*, *M. glutinosa* и *A. vorticulus*.

Наибольшая численность (от 20 экз. на кв. м и более) в поселениях моллюсков около уреза воды была у следующих видов: *V. contectus* (оз. Мариново), *S. corvus* (оз. Рыбное), *Pl. corneus* (устье ручья впадающего в оз. Мариново с юга), *S. nitida* (оз. Боровиково). *A. lacustris* был довольно многочислен на стеблях тростника и другой растительности в оз. Боровиково (до 10 экз. на одно растение рогоза, извлеченного около причала в центре одноименного поселка). Раковины *R. balthica* преобладают в образованных течением танатоценозах на дне р. Красная (до 10–40 экз. на кв. м. прибрежных отмелей в местах аккумуляции речного мусора). Число раковин *B. tentaculata* в прибрежных танатоценозах бухты Тихая на оз. Виштынецкое может достигать 50 экз. на кв. м. песчаного грунта. Численность живых особей у уреза воды обычно невелика.

Наименьшее количество (до 3 экз. на кв. м) в большинстве обследованных водоёмов было у *A. fluviatilis* (кроме ручья у Катериной горы в пос. Лесистое где этого моллюска было много на некрупных камнях), *P. carinatus*, *B. leachii*, *V. piscinalis*, *A. lacustris* (кроме оз. Боровиково). В танатоценозах оз. Виштынецкое единично попадались раковины *A. vorticulus*, *M. glutinosa*, *R. ampla*, *P. antipodarum*.

Не более 5 экз. на кв. м. было у *B. contortus*, *A. vortex*, *A. hypnorum*, *Ph. fontinalis*, *L. stagnalis*, *S. palustris*, *Pl. corneus* (с некоторыми исключениями), *S. corvus* (за исключением оз. Рыбное), *R. balthica* (кроме р. Красная), *R. auricularia* (за исключением оз. Виштынецкого, где этот вид наиболее обычен у берега). Численностью 1-10 экз. на кв. м характеризовались поселения *V. viviparus*, *V. cristata*, *P. planorbis*.

Численность в поселениях моллюсков около уреза воды варьировала наиболее широко у *V. contectus* (от 3–5 до 20 экз. на кв. м. и более), *B. tentaculata* (1–10 экз. на кв. м.), *P. planorbis* (1–10 экз. на кв. м.), *S. nitida* (1–20 экз. на кв. м.).

По особенностям распределения брюхоногих моллюсков по различным типам водоёмов были выявлены следующие закономерности.

A. fluviatilis обитает в реках, но особенно часто в ручьях на камнях (по несколько особей) или древесном субстрате (единично). *R. balthica* – тоже обитает в реках, но заселяет и разнообразные малые водоёмы, реже озера.

A. hypnorum селится только во временных и эфемерных водоёмах среди растительности, но однажды был найден в р. Красная. *S. palustris* – в прибрежных заболоченностях около постоянных водоёмов, *P. planorbis* и *S. nitida* можно обнаружить в зарастающих и заболачиваемых прибрежьях постоянных водоёмов разного размера, но особенно часто – в малых пересыхающих водоёмах. *S. corvus* селится в прибрежье озёр, запруд и в примыкающих к ним канавах и протоках.

Pl. corneus, *L. stagnalis*, *Ph. fontinalis* могут быть обнаружены на разнообразных субстратах во всех постоянных водоёмах, в том числе в малых и мелководных. Так же, но не настолько часто, попадают в постоянных водоёмах такие виды как *P. carinatus*, *A. vortex*, *B. contortus*. *A. lacustris* всегда присутствует в озерах, запрудах и не встречен в малых водоёмах (излюбленные субстраты: на корягах, бутылках, плоских частях водной растительности). *R.*

auricularia обитает в озерах, запрудах, проточных прудах, реже в других постоянных водоёмах (на грунте и плоских субстратах).

Среди переднежаберных *V. contectus* заселяет мелководья у уреза воды постоянных водоёмов, особенно обследованных озёр Виштынецкой группы, но может быть многочисленным на грунте в примыкающих к ним протоках, канавах и запрудах (с илистым дном и отсутствием сильного течения). *V. viviparus* живет в проточных прудах, реже в озерах (на грунте и стационарных субстратах). *B. tentaculata* чаще всего попадает в озерах, но может встречаться в водоёмах других типов (на различных субстратах). В озерах обитают обычно *V. piscinalis* (на грунте) и *V. cristata* (на корягах).

Двустворчатые моллюски при работе с берега без забродного костюма, а также при отсутствии зубчатого сачка попадают редко. Основу всех этих «случайных сборов» составляют их мелкие представители из танатоценозов рек, ручьев или временных водоёмов. Их трудно определить в полевых условиях.

В оз. Виштынецкое наибольшего развития достигает *D. polymorpha* (Pallas, 1771). В других обследованных озерах она отсутствует. На побережье этого озера обычно формируются танатоценозы с преобладанием её створок. Некрупные живые особи дрейссены селятся на поваленных в воду деревьях (и опущенных в воду ветвях), на раковинах других моллюсков (*L. stagnalis*, *V. contectus*), на не обросших предметах антропогенного происхождения. У берега скоплений её друз обычно не наблюдается.

Другие двустворчатые моллюски представлены следующими видами. *U. pictorum* (Linnaeus, 1758) и *U. tumidus* (Philipsson, 1788) найдены единичными створками в спущенном пруду на р. Писса в пос. Ягодное. *U. crassus* (Philipsson, 1788) по 1–20 экз. на кв. м селится на песчаных отмелях р. Писса ниже пос. Ягодное и в пруду у поселка. *A. cygnea* (Linnaeus, 1758) – единично в оз. Мариново; *A. anatina* (Linnaeus, 1758) – по 1–3 экз. на кв. м в оз. Мариново, отдельные находки створок – в пруду в пос. Ягодное. *Sph. corneum* (Linnaeus, 1758) найден в полупроточном ручье, впадающем в оз. Мариново с юга, вблизи от устья (единично); в пруду на р. Писса в пос. Ягодное в танатоценозах (единично); в оз. Рыбное и Боровиково (единично); на прикорневой зоне болотной растительности в запруде на ручье Вражки (по 1–6 экз. в корнях извлеченной из воды куртины). В танатоценозах рек Писса и Красная единично – *P. amnicum* (Müller, 1774).

Сферииды достигали большой численности в р. Русская в пос. Чистые Пруды: 200–300 экз. пустых створок на кв. м грунта с 80–100% проективным покрытием грунта их раковинами. Определить их до вида на месте было невозможно. Это же относится и к мелким двустворчатым временных водоёмов, рек Красная и Писса. Их единичные наиболее мелкие особи найдены в родниковых топях у р. Писса и около оз. Рыбное.

Наибольшее видовое разнообразие моллюсков было отмечено в р. Писса ниже пос. Ягодное (18 видов), что объясняется сносом их раковин из танатоценозов оз. Виштынецкое у истока этой реки и из размываемых донных отложений пруда в пос. Ягодное. В танатоценозах побережья этого пруда было найдено 16 видов. Живые моллюски в р. Писса представлены *U. crassus* и, намного реже, *A. fluviatilis*.

Другой относительно «богатый» водоём – оз. Рыбное (14–16 видов). По 8–10 видов найдено в других озерах (оз. Виштынецкое, Мариново, Боровиково, Линево); запрудах (на руч. Вражки и около оз. Мариново, затон около оз. Боровиково) и протоках (около р. Русская и оз. Виштынецкое). Если моллюски этих озёр охарактеризованы лишь частично, то 10 видов – это достаточный результат для некрупных запруд, затонов и наиболее крупных канав при осуществлении сборов около уреза воды. Наименьшим видовым разнообразием отличались участки ручьев (где на некрупных камнях нашли только *A. fluviatilis*) и большинство малых и временных водоёмов, где обычно живут до 5 видов.

В заключение, выражаю глубокую признательность руководителю турклуба «Азимут» М.Г. Бадамшину и всем его членам за совместные походы, сделавшими возможным эту работу, калининградскому краеведу Б.Н. Адамову за организацию увлекательных автобусных экскурсий к оз. Виштынецкому, а также Р.Н. Буруковскому (КГТУ) и Ч.М.

Нигматуллину (АтлантНИРО), читавших рукопись и сделавших ряд существенных замечаний. Автор глубоко признателен Г.Х. Щербине (ИБВВ РАН) и А.А. Гусеву (АтлантНИРО) за предоставленные материалы, а также откликнувшимся на мои просьбы польским коллегам: М. Marzec (Suwalski Landscape Park) и А. Kołodziejczyk (Department of Hydrobiology, Faculty of Biology, University of Warsaw).

ECOLOGICAL AND FAUNISTIC CHARACTERISTIC OF FRESHWATER MOLLUSKS VISHTYNETS (VIŠTYTIS) UPLAND (KALININGRAD REGION, RUSSIA)

D.V. Manakov

This paper characterizes quantitative development of freshwater mollusks in the waters Vishtynets (Vištytis) upland and their distribution in different types of water bodies.

УДК 591.524.12(261.245/.246)

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ВЕТВИСТОУСЫХ РАКООБРАЗНЫХ (CRUSTACEA: BRANCHIOPODA: CLADOCERA LATREILLE, 1829) КУРШСКОГО И ВИСЛИНСКОГО ЗАЛИВОВ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Е.Н. Науменко, С.А. Судник
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
236022 Калининград, Советский пр., 1, Россия
E-mail: elenan.naumenko@gmail.com, lanasudnik@mail.ru

В юго-восточной части Балтийского моря в пределах Калининградской области расположены два крупных эстуария – Куршский и Вислинский заливы, которые отделены от моря песчаной косой. Оба водоема позиционируются как эстуарии лагунного типа. Куршский залив имеет слабый водообмен с Балтийским морем и представляет собой закрытый эстуарий лагунного типа [4]. Вислинский залив, особенно в российской части, характеризуется высоким водообменом с морем, что позволяет позиционировать его как полузакрытый эстуарий лагунного типа [1]. Оба залива являются эвтрофными водоемами. Заливы имеют большое рыбохозяйственное значение для Калининградской области и испытывают высокую антропогенную нагрузку. Ветвистоусые ракообразные являются важным компонентом планктона как кормовая база рыб и активно участвуют в самоочищении водоёмов, т.к. активно фильтруют воду.

Цель работы – анализ изменений в видовой структуре сообщества ветвистоусых ракообразных эстуариев Калининградской области. Для того, чтобы избежать синонимии, таксономические списки из литературных источников были приведены в соответствие с современной таксономией, заимствованной из Integrated Taxonomic Information System (ITIS).

В начале XX века по данным ученых Кенигсбергского университета кладоцеры были представлены 38 видами и подвидами, которые относились к 25 родам. В настоящее время ветвистоусые ракообразные представлены 34 таксонами ниже рода, относящимися к 23 родам. Регулярные исследования зоопланктона и ветвистоусых ракообразных в режиме мониторинга позволили идентифицировать 34 таксона ниже рода кладоцер, из которых восемь ранее не указывались для Куршского залива [3]. Это *Alona quadrangularis* (O. F. Müller, 1776); *Chydorus ovalis* Kurz, 1874; *Eubosmina coregoni thersites* Poppe, 1887; *Ilyocryptus acutifrons* G. O. Sars, 1862; *Leydigia leydigii* (Leydig, 1860); *Moina rectirostris* (Leydig, 1860); *Pleuroxus aduncus* (Jurine, 1820); *Simocephalus vetulus* (O.F. Müller, 1776). Причем *E. coregoni thersites* была обнаружена в 2014 г. на станциях, расположенных вдоль Куршской косы.

По сравнению с данными начала XX века в составе сообщества кладоцер в современный период не встречались 13 таксонов ниже рода. Это относится к таким видам как *Bosmina coregoni lilljeborgii* Baird, 1862; *B. reflexa* Selige, 1907; *B. longirostris cornuta* Jurine, 1820; *B. l. curvirostris* Fischer, 1854; *B. l. pellucida* Stingelin, 1897; *Ceriodaphnia pulchella* G.O.Sars, 1862; *Diaphanosoma brachyurum frontosa* Lill., 1900; *D. leuchtenbergianum* Fischer, 1854; *Latona setifera* (O. F. Müller, 1776); *Monospilus dispar* G. O. Sars, 1861; *Paralona pigra* (G. O. Sars, 1862); *Pseudochydorus globosus* (Baird, 1843); *Simocephalus expinosus* (DeGeer, 1778).

В составе доминантов у кладоцер также отмечены изменения. В начале XX в. Шмидт-Рис [6] отмечал среди доминирующих видов кладоцер *C. sphaericus*, *E. coregoni*, представители рода *Ceriodaphnia*. В современный период доминирующими видами стали *E. coregoni*, *C. sphaericus*, *D. Longispina*. Отмечена тенденция снижения численности видов ракообразных рода *Ceriodaphnia*.

В Вислинском заливе кладоцеры на рубеже XIX-XX веков по данным ученых Кенигсбергского университета были представлены 22 таксонами рангом ниже рода, относящихся к 16 родам [7]. Дальнейшие подробные исследования видового разнообразия кладоцер Вислинского залива связаны именем польского ученого Зофии Рожаньской [5]. В результате исследований в польской части Вислинского залива список видов был удлинён на 12 таксонов ниже рода. В результате мониторинговых исследований фауны зоопланктона и кладоцер в современный период идентифицировано 17 видов и подвидов кладоцер, относящихся к 12 родам [3].

Было зарегистрировано 3 таксона ниже рода кладоцер, которые ранее в данном водоеме не регистрировались. Это *Cercopagis pengoi* (Ostroumov, 1891); *Eubosmina coregoni thersites* Poppe, 1887; *Moina* sp. В то же время по сравнению с данными более, чем столетней давности исчезли 11 видов и подвидов кладоцер. Эти виды в современный период в составе зоопланктона российской части не регистрируются. В основном это зарослевые виды *Acroporus harpae* (Baird, 1834); *Alona quadrangularis* (O. F. Müller, 1776); *A. costata* G. O. Sars, 1862; *Eurycercus lamellatus* (O. F. Mueller, 1776); *Peracantha truncata* (O.F.Müller 1785); *Pseudochydorus globosus* (Baird, 1843); *Scapholeberis mucronata* (O.F. Müller, 1776); *S. aurita* (Fischer, 1849); *Sida crystallina* (O. F. Müller, 1776); *Simocephalus serrulatus* (Koch, 1841); *S. vetulus* (O.F. Müller, 1776).

Следует отметить, что состав доминирующих видов кладоцер не изменился. Как и прежде в их число входили *D. brachyurum*. Успешная натурализация в планктонное сообщество Вислинского залива хищной кладоцеры *C. pengoi* привело к существенным изменениям в структуре и функционировании зоопланктона [2]. Увеличилась численность мелких видов коловраток *Filinia longiseta*, *Keratella cochlearis*, *Brachionus angularis*, которые являются седиментаторами и питаются мелкими фракциями сестона. Это привело к изменениям в кормовой базе рыб.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ РФФИ № 15-29-02706

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Науменко Е.Н. Видовой состав зоопланктона эстуариев Калининградской области (обзор) / Е.Н. Науменко, С.А. Судник // Известия Калининградского государственного технического университета. 2014. №35. С. 32-43.
2. Науменко Е.Н. Влияние вида-вселенца *Cercopagis pengoi* (Ostroumov) на структуру и функционирование зоопланктона Вислинского залива Балтийского моря/ Е.Н. Науменко, И.В. Телеш // Известия Самарского научного центра РАН. Т. 10, №5/1, 2008. С. 244-252.
3. Науменко Е.Н. Зоопланктон в эстуариях разного типа (на примере Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря) / Е.Н. Науменко // Биология внутренних вод, №1. 2009. С.76-85.
4. Шибин А.И. Обзор определений лагунных систем и подходов к классификации прибрежных водоемов / А.И. Шибин, Б.В. Чубаренко // Ученые записки Русского

географического общества (Калининградское отделение). – Калининград, 2003. Т. 2. CD-ROM версия – 12С-1 – 12. 32 с.

5. Róžańska Z. Zooplankton Zalewu Wislanego / Z. Rozanska // Zeszyty Naukowe Wysej Szkoły Rolniczej w Olsztynie. 1963. Т. 16. N 278. S. 41-57.

6. Schmidt-Ries H. Untersuchungen zur Kenntnis des Pelagials eines Strangewassers (Kurisches Haff) // Zeitschriften für Fischerei und deren Hilfswissenschaften. 1940. Bd. 6, H. 2. P. 183-322.

7. Vanhöffen E. Die niedere Tierwelt des Frischen Haffs / E. Vanhöffen // Sitzungbericht der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin. 1917. №2. P. 113-147.

SPECIES COMPOSITION OF CLADOCERANS (CRUSTACEA: BRANCHIOPODA: CLADOCERA LATREILLE, 1829) OF THE CURONIAN AND VISTULA LAGOONS

E.N. Naumenko, S.A. Sudnik

The general trend of the species composition dynamics of cladocerans in the estuaries of the Kaliningrad region which associated with the reduction in prey species and predominance of small species is noted.

УДК 591.524.12(261.245/.246)

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ *CERCOPAGIS PENGROI* (OSTROUMOV, 1891) В ВИСЛИНСКОМ ЗАЛИВЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Е.Н. Наumenко, доктор биологических наук, зав. кафедрой

А.Ю. Ушакова, студентка

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

Россия, 236022, г. Калининград, Советский проспект, 1

e-mail: elenan.naumenko@gmail.com

Масштабное расселение представителей рода *Cercopagis* (Crustacea: Cladocera, Polyphemoidea, Cercopagidae), наблюдавшееся на протяжении последних десятилетий, привлекло большое внимание ученых и специалистов по охране окружающей среды. *Cercopagis pengroi* (Ostroumov, 1891) является представителем фауны Понто-Каспийского бассейна и обладает широкой экологической валентностью и, особенно, эвригалинностью. Данное обстоятельство позволило виду заселять пресные водоемы. Основным путем расселения *C. pengroi* служит судоходство.

В Балтийском море *C. pengroi* был зарегистрирован впервые в 1992 г. в Рижском заливе. С 1995 г. этот вид отмечался в планктоне восточной части Финского залива. Летом 1997 г. он был обнаружен у побережья Швеции и в открытой части Балтики (у о. Готланд). В конце июля - начале августа 1999 г. практически одновременно *C. pengroi* был встречен в открытой части юго-восточной Балтики - Гданьской впадине и Слупском желобе а также в Гданьском, Вислинском и Куршском заливах [3].

Вид был обнаружен в Вислинском заливе в августе 1999 г., успешно натурализовался и занял свою нишу в составе зоопланктона. Тем не менее, в Вислинском заливе *C. pengroi* является слабо изученным. Целью работы служило изучение динамики *C. pengroi*.

Пробы зоопланктона отбирались в Вислинском заливе на 9 стандартных станциях, расположенных в соответствии с морфологическим и гидрологическим районированием Вислинского залива [2]. Особей делили на размерные группы, соответствовавшие линькам.

В Вислинском заливе популяция *C. pengroi* представлена особями от 0,5 до 3,0 мм, средняя длина тела – 2.25 мм, что выше, чем в нативном регионе Каспийском море (1,73 мм) и оз. Онтарио (1,45 мм) [1].

Численность рачков в Вислинском заливе в начале периода натурализации в августе 1999 г. максимально составляла 300 экз./м³. На следующий год после натурализации в 2000 г. максимальная численность рачков достигала 12 тыс. экз./м³ на отдельных станциях в конце мая (2 тыс. экз./м³ в среднем за период) в Вислинском, что значительно выше, чем в Каспийском море. В Вислинском заливе вид присутствует в планктоне с мая по июль-август с пиком численности в июле. Затем в последующие годы (до 2003 г.) численность стабилизировалась на некотором уровне, около 200 экз./м³. Однако, в дальнейшем происходили значительные флюктуации численности вида с минимумом в 2009 г. до максимума в 2010 г. К сожалению, эти колебания численности трудно связать с температурой воды в период присутствия вида в планктоне.

Длительное время не была известна роль вида в питании молоди рыб Вислинского залива. В 2013 г. были проведены трофологические исследования молоди рыб. было вскрыто 185 желудно-кишечных трактов молоди рыб, из них салаки – 135 экз. средней длиной 3,1 см, окуня - 39 экз. длиной 4 см, судака 4 экз. длиной 2,9 см и снетка – 7 экз. длиной 2,8 см.

В ЖКТ этих рыб было обнаружены следующие виды планктонных организмов: *Eurytemora affinis*, *Cyclops strenuus*, *Keratella quadrata*, *brachionus calyciflorus*, *Asplanchna priodonta*, *Bosmina coregoni* и большое количество *C. pengoi*. Наибольшее количество *C. pengoi* было обнаружено у балтийской сельди (салаки). У остальных видов рыб обнаружено лишь единичные экземпляры церкопагисов.

Таким образом, вид-вселенец не только занял место в сообществе зоопланктона, но и в трофической сети водоема.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ РФФИ № 15-29-02706.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алимов А.Ф. Антропогенное распространение видов животных и растений: процесс и результат/ А.Ф. Алимов, Н.Г. Богуцкая, М.И. Орлова, В.А. Паевский, С.Я. Резник// Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах/ под ред. А.Ф. Алимова, Н.Г. Богуцкой. М.СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. С. 16-43.

2. Науменко Е.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона Вислинского залива/ Е.Н. Науменко. Калининград: Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии, 2010. 198 с.

3. Науменко Е.Н. Влияние вида-вселенца *Cercopagis pengoi* (Ostroumov) на структуру и функционирование зоопланктона Вислинского залива Балтийского моря /Е.Н. Науменко, И.В. Телеш// Известия Самарского научного центра РАН. Т. 10, №5/1, 2008. С. 244-252.

DYNAMIC OF THE CERCOPAGIS PENGROI (OSTROUMOV, 1891) IN THE VISTOOLA LAGOON OF THE BALTIC SEA

E.N. Naumenko, Doctor of Science, Head of Department of Ichtiopatology and Hydrobiology
A.Yu. Ushakova, student
FSBEU of HE “Kaliningrad State Technical University”
236022, Kaliningrad, Sovetskiy Prospect, 1, Russia
e-mail: elenan.naumenko@gmail.com

ABSTRACT

The *C. pengoi* successfully naturalized and became a permanent mark in zooplankton samples from May to July-August. In the long-term abundance dynamics, the maximum values of the species are observed in 2000 and 2010, and made up 207 and 226 spec./m³ respectively. The minimum abundance values were recorded in 2009, 2011 and 2013 – about 70 spec./m³. Young fish consume the *C. pengoi* in the Vistula lagoon.

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ РАЗМНОЖЕНИЯ КРЕВЕТОК-ГОНОХОРИСТОВ

С.А. Судник

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
236022 Калининград, Советский проспект, 1, Россия

Половое созревание организма – период онтогенеза, в течение которого происходит созревание его репродуктивной системы до состояния готовности к размножению. Строение половой системы обеспечивает рост и созревание гамет, их накопление и выведение. Креветки делятся на три большие таксона: стеноподидные (инфраотряд *Stenopodidea*), пенеоидные (надсемейство *Penaeoidea*); каридные (инфраотряд *Caridea*). В первые две группы входят, в основном, раздельнополые креветки (гонохористы); среди *Caridea* есть протерандрические гермафродиты. В работе сравниваются особенности строения и функционирования половых систем креветок двух групп, отличающихся уровнем специализации: наименее специализированных и, вероятно, наиболее древних пенеоидных и каридных креветок – более специализированной молодой группы [1]. Цель работы – описать общие особенности строения половой системы и размножения креветок-гонохористов и выявить эволюционные аспекты размножения у креветок разных таксонов. Материал: данные биоанализов 7090 особей 73 видов из 13 семейств (26 видов из 5 семейств каридных и 47 вида из 8 семейств пенеоидных креветок) в значительной части (4393 особи) собран в экспедициях Управления «Запрыбпромразведки», АтлантНИРО и ИО АН СССР в различных районах Мирового океана в период 1963-1964, 1966, 1969-1989, 1996, 1999, 2004-2005 гг., а также – в 2004 г. вдоль Срединно-Атлантического хребта от Исландии до Азорских островов во время проекта «MAR-ECO (2001-2010). The Census of Marine Life (CoML)», в котором автор участвовал.

Мужская половая система креветок включает парные семенники, семяпроводы с терминальными ампулами (где масса спермиев упаковывается в сперматофоры и хранится до спаривания), ведущие к парным половым порам у основания торакопод. У пенеоидных и «низших» каридных (сем. *Nematocarcinidae*, *Acanthephyra* spp., сем. *Oplophoridae*) семенники очень развиты в головогрудь, их отростки заходят далеко в абдомен; у большинства каридных видов семенники лежат в головогрудь. Сперматофоры пенеоидных видов крупные, сложно устроенные (особенно у видов с открытым семяприемником у самок), в отличие от таковых у каридных креветок. Женская половая система креветок включает яичники, яйцеводы, половые поры у основания торакопод, могут быть дополнительные органы. У большинства пенеоидных и «низших» каридных креветок яичники крупные, с максимально развитыми тремя парами отростков. Пенеоидных также характеризует наличие вторичных оболочек у яиц, обеспечивающие им плавучесть, после их откладки в воду. У «высших» каридных креветок произошло уменьшение размеров и упрощение формы гонад, что при установке на развитие относительно крупных яиц результировалось в существенно меньшей плодовитости, чем у пенеоидных креветок [1,2,8].

У креветок различают вторичные половые признаки – придатки, участвующие в копуляции, откладке и вынашивании яиц. Самцы креветок для копуляции используют видоизмененные брюшные ножки – плеоподы, 1-ой и 2-ой пар. Наиболее сложно копуляторный аппарат устроен у пенеоидных видов: плеоподы 1 модифицируются в петазму, участвующую в переносе и прикреплении сперматофора к самке; придатки *appendix masculina* на плеоподах 2 помогают петазме. Аристеиды (сем. *Aristeidae*), соленоцериды (сем. *Solenoceridae*) и виды *Penaeus sensu lato* (сем. *Penaeidae*) имеют открытую петазму, удерживающую сложный сперматофор. У других пенеоидных (виды из сем. *Penaeidae*, *Sicyoniidae*), у которых самки имеют закрытые семяприемники, полузакрытая или закрытая петазма словно шприц впрыскивает сперматофоры самке [1,8]. У самцов каридных

копуляторный аппарат простой: на плеоподах 1 есть копуляторный вырост, на плеоподах 2 – a. masculina. Оба придатка хорошо развиты, когда в передаче сперматофоров участвуют плеоподы обеих пар: креветки родов *Nematocarcinus* (сем. *Nematocarcinidae*) [2], *Acanthephyra* (сем. *Oplophoridae*) – из группы «низших» каридных креветок. У других видов развит только a. masculina (*Oplophorus spinosus*, сем. *Oplophoridae*, *Parapasiphae sulcatifrons*, сем. *Pasiphaeidae*, *Neocaridina denticulata*, сем. *Atyidae*, ряд пандалид, сем. *Pandalidae*), что, возможно, свидетельствует о меньшем участии плеопод 1 в оплодотворении [3,4,7,9]. Крайний вариант – механизм фактически внутреннего оплодотворения с эффективной копуляцией гамет, – прямая передача сперматофоров из мужских отверстий в женские (*Crangon crangon*, сем. *Crangonidae*; вероятно, и другие «высшие» каридные креветки, а также – стеноподидный *Stenopus hispidus*: без специальных копуляторных придатков) [2,5,8].

Самки креветок могут иметь структуры для получения и хранения спермы: теликум – у пенеоидных и ряда каридных процессид и атиид (сем. *Processidae*, *Atyidae*), и площадку для прикрепления сперматофора – у большинства каридных креветок [7,8]. Теликум – модификации задних грудных стернитов или кокс торакопод 3, 4. У одних пенеоидных видов (сем. *Aristaeidae*, *Solenoceridae*, часть видов сем. *Penaeidae*) он открытый, без семенных пузырьков, удерживает сперматофор, благодаря клейкому секрету, выростам и жестким щетинкам. У других (ряд видов сем. *Penaeidae*, *Sicyoniidae*) – закрытый (прикрывает место хранения спермы) [1,8]. У самок большинства каридных видов органы для прикрепления и хранения сперматофора простые – гладкая площадка между торакоподами 3 и 5 (кроме, процессид, с закрытым, и атиид, с открытым теликумом). Открытый теликум – менее эффективен, чем закрытый, для сохранения спермы. Для ее сохранения и качественного внутреннего оплодотворения яиц у ряда «высших» каридных креветок есть расширения яйцеводов с ролью семяприёмников. В целом яйцеводы могут выполнять и другие дополнительные функции: формирования вторичных оболочек яиц, выделения ряда секретов, накопления яиц [7,8].

У большинства пенеоидных креветок забота о потомстве развита слабо – яйца откладываются в воду, где из них вылупляются слабо развитые личинки. Самки каридных и стеноподидных видов вынашивают эмбрионы до вылупления личинок на плеоподах – перед нерестом, во время линьки созревания, у них формируются необходимые вторичные половые признаки (“брачный наряд”): трубочки из длинных щетинок вокруг половых отверстий и их пучки у торакопод 4, 5, направляющие отложенные яйца к сперматофору и далее в выводковую сумку (образуется оостегитами) для прикрепления яиц к появившимся длинным яйценосным волоскам на плеоподах с помощью “цементирующего” секрета тегументальных желез [4,7].

Половые системы пенеоидных и каридных креветок-гонохористов различаются, прежде всего, строением их гонад. У первых они более развитые, сложно устроенные, формирующие сотни тысяч мелких яиц и крупные сложно устроенные сперматофоры. У каридных креветок гонады компактные, производящие десятки и сотни крупных яиц и небольшие сперматофоры. Степень развития вторичных половых признаков креветок двух таксонов также отражает их эволюционное положение: сложный копуляторный аппарат у самцов и самок пенеоидных видов и «низших» каридных креветок и простой, вплоть до его отсутствия – у «высших» каридных креветок. Эволюция процесса спаривания у креветок обеих групп идет параллельно по направлению к внутреннему механизму оплодотворения (у части пенеоидных видов: закрытые петазмы, копулирующие с закрытыми теликумами характеризуются как более прогрессивный с эволюционной точки зрения копуляторный аппарат; у «высших креветок» выделяются молодые группы с прямым оплодотворением из мужских отверстий в семяприемники). С эволюционной точки зрения, различия в строении совокупительных органов важны в преадаптивных механизмах при переходе водных животных со сперматофорами к наземному образу жизни.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Буруковский Р. Н. Методика биологического анализа некоторых тропических и субтропических креветок / Р. Н. Буруковский // Промыслово-биологические исследования морских беспозвоночных. М. : ВНИРО, 1992. С. 74–84.
2. Буруковский Р. Н. Об эволюционном процессе у креветок (Crustacea, Decapoda, Natantia) / Р. Н. Буруковский // Проблемы гидробиологии и ихтиопатологии : сб. трудов / КГТУ. Калининград, 2003. С. 33–43.
3. Судник С. А. Некоторые аспекты биологии креветки *Oplophorus spinosus* (Brulle, 1339) (Caridea: Oplophoridae) в восточно-атлантических водах / С.А. Судник, Пожидаев Е.Н. // III Балтийский морской форум. Междунар. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов»: труды. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2015. С. 140–143.
4. Allen J. A. On the biology of *Pandalus borealis* Kroyer, with reference to a population off the Northumberland coast / J. A. Allen // U. K., J. Mar. Biol. Assoc. U. K., 1959. Vol. 38. P. 189–220.
5. Chockley B. R. Effects of body size on growth, survivorship, and reproduction in the banded coral shrimp, *Stenopus hispidus* / B. R. Chockley, C. M. Mary // Journal of crustacean biology. 2003. 23 (4). P. 836–848.
6. Frechette J. Hermaphroditisme protérandrique chez une crevette de la famille des Crangonidés *Argis dentata* Rathbun. / J. Frechette, G. W. Corrivault, R. Couture // Naturaliste can. 1970. N 39. P. 805–822.
7. Jayachandran K. V. Palaemonid prawns. Biodiversity, taxonomy, biology and management / K. V. Jayachandran. 1981. P. 420–436.
8. Krol R. M. Reproductive components / R. M. Krol, W. E. Hawkins, R. M. Overstreet // Microscopic anatomy of invertebrates. 1992. Vol. 10: Decapod Crustacea, Chapt. 8. P. 295–343.
9. Sudnik S., Falkenhaus T. Maturation, fecundity and embryos development in three deep-water shrimps (Decapoda: Caridea: Pasiphaeidae, Oplophoridae) along the mid-Atlantic Ridge from Iceland to the Azores. *Arthropoda selecta*. 2015. 24(4). P. 401–416.

THE EVOLUTIONARY ASPECTS OF THE REPRODUCTION IN DICLINOUS SHRIMPS

S.A. Sudnik

Structure of the reproductive system of declinous shrimps (Penaeoidea, Caridea) and the level of development of their secondary sexual characters reflects evolutionary history of shrimps; evolution of mating system in shrimps goes towards the internal fertilization.

УДК: 591.524.11 (262.5)

МАКРОЗООБЕНТОС ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КЕРЧЕНСКОГО ПОЛУОСТРОВА

А.С. Терентьев, А.М. Семик, М.М. Савчук*, К.С. Бухалова*
ЮгНИРО, *ФГБОУ ВО «КГМУ»

Акватория юго-восточной части Керченского полуострова сочетает в себе часть северо-восточной части Черного моря и юго-западную часть Керченского пролива, соединяющего Черное и Азовское моря. Данная акватория интересна тем, что является местом нагула многих рыб. Кроме того, через Керченский пролив строится мост, соединяющий Крымский и Таманский полуострова. Поэтому состояние сообществ Керченского пролива и прилегающих акваторий заслуживает особого внимания.

В работе были использованы материалы, собранные в июне - октябре 2015 г. Пробы отбирались дночерпателем с площадью охвата 0,025 м², на глубинах от 2 до 12 м. Всего

выполнено 58 станций. Сбор материала осуществлялся по общепринятым методикам [Жадин, 1960]. На каждой станции оценивалось количество видов их численность и биомасса. Таксономическая обработка проб осуществлялась по трех томному определителю фауны Черного и Азовского морей [Определитель... 1968, 1969, 1972]. При описании сообществ применялся также индекс полидоминантности Симпсона, показывающий какое количество видов будет присутствовать если все виды равнообильны [по Песенко, 1982].

В зообентосе юго-восточной части Керченского полуострова было обнаружено 54 вида донных животных. Средняя численность зообентоса равнялась 1300 ± 510 экз./ м², биомасса – 181 ± 51 г/м². Большая часть видового богатства приходилась на двустворчатых моллюсков, ракообразных и полихет. Немалую роль также играли брюхоногие моллюски. Доля остальных таксономических групп в видовом богатстве зообентоса была относительно небольшой. Губки, встречались редко. Их численность и биомасса была невысокой. Кишечнополостные были представлены конской актинией (*Actinia equina*). Этот вид довольно редко встречался в открытой части акватории, но был обычным видом в небольших мелководных, защищенных от штормов заливах. Крупные виды немертин и олигохет, также встречались нечасто. Полихеты были представлены 11 видами. На их долю приходилось 13% общей численности и 2% биомассы зообентоса. Среди полихет наиболее часто встречалась *Melinna palmata*, на долю которой приходилось 79% численности и 88% биомассы всей этой группы животных. Щупальцевых представлял *Phoronis psammophila*. Этот вид встречался довольно редко преимущественно на песчанистых грунтах. Ракообразные были представлены 13 видами. На их долю приходилось 7% общей численности и 0,6% биомассы зообентоса. В сборах чаще всего попадался усногий рак *Balanus improvisus*. На долю которого приходилось 76% численности и 25% биомассы всех ракообразных. Обычно этот вид встречался на раковинах двустворчатых моллюсков, но нередко обнаруживался на листьях морских трав. По биомассе среди ракообразных доминировал рак-отшельник *Diogenes pugilator*. Он встречался намного реже баянуса. Но на его долю приходилось 72% общей биомассы ракообразных. Отшельник встречался преимущественно на песчанистых грунтах во всем диапазоне, рассматриваемых глубин. Наибольшим видовым богатством отличались амфиподы, представленные 4 видами. Средняя их численность равнялась $6,2 \pm 1,8$ экз./м², при биомассе $0,019 \pm 0,008$ г/м². Наиболее многочисленны разноногие ракообразные в зарослях водной растительности. Капрелиды встречались только в зарослях водных растений. Брюхоногие моллюски были представлены 7 видами. На их долю приходилось 1% общей численности и 2% биомассы зообентоса. Чаще всего встречались *Bittium reticulatum* и *Nana neritea*. Последний вид был наиболее многочисленным. Однако, по биомассе среди брюхоногих моллюсков доминировала *Tritia reticulata*. На долю которой приходился 81% биомассы гастропод. Двустворчатые моллюски – самая большая и многочисленная группа донных животных на юго-востоке Керченского полуострова. В сборах было обнаружено 16 видов этих животных. На их долю приходилось 78% общей численности и 95% общей биомассы зообентоса. Наиболее многочисленной среди двустворчатых моллюсков была *Chamelea gallina*. На ее долю приходилось 38% численности и 76% биомассы этой таксономической группы. Часто встречался также и *Donax trunculus*. Но его численность и биомасса была намного ниже чем у доминантного вида. Митилястер (*Mytilaster lineatus*) имеет высокую численность, но встречается нечасто. В основном он приурочен к зарослям *Cystoseira sp.*, образуя плотные щетки на ее талломах. Он также является обычным обрастателем камней, где также образует щетки. Может встречаться на раковинах моллюсков. Асцидий представляла *Ctenicella appendiculata*. Она изредка попадалась на илах и заиленной ракуше.

Индекс полидоминантности Симпсона оказался равен 3,4. Это значит, что численность зообентоса в данном сообществе определяется небольшим количеством видов. К таким можно отнести: *B. improvisus*, *Ch. gallina*, *M. palmata* и *M. lineatus*. Это 7% видового богатства, на долю которого приходится в среднем 89% численности и 88% биомассы

зообентоса. Такие сообщества, где основная численность и биомасса приходится на небольшое количество видов называются островершинными (Шорыгин, 1955).

Плотность видов возле берега в среднем равнялась $4,6 \pm 0,3$ вид/м², доходя на отдельных участках до 5 вид/м² (рисунок 1).

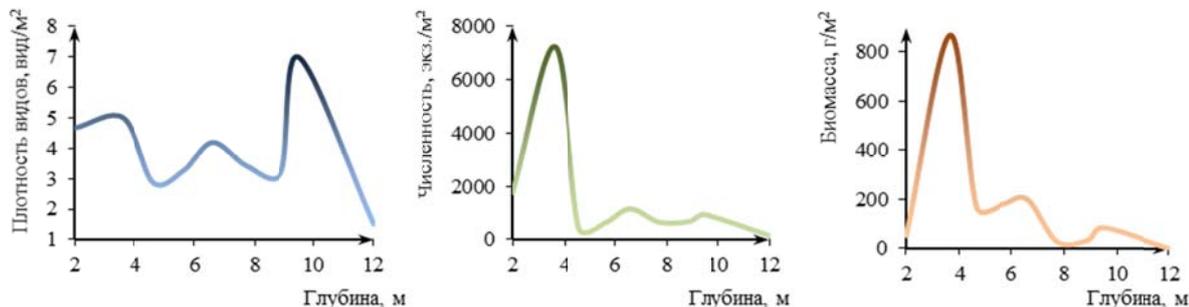


Рисунок 1 - Плотность видов, численность и биомасса зообентоса на различных глубинах юго-восточной части Керченского полуострова в 2015 г.

Максимальная плотность видов на этой глубине не превышала 2 вид/м². Максимальная плотность видов равнялась 8 вид/м² была обнаружена на глубине 9,5 м на илистом песке.

Средняя численность зообентоса на глубине 2 м равняется 1700 ± 1300 экз./м². На глубине 3-4 м она выросла до 7200 ± 3100 экз./м². На глубине 12 м она уменьшается до 140 ± 71 экз./м² и не превышает 240 экз./м². Максимальная численность 29040 экз./м² была отмечена на глубине 3,2 м в покрывающих скалы зарослях цистозир.

Распределение биомассы зообентоса было схожим с распределением его численности. На глубине 2 м биомасса была относительно невысокой и в среднем равнялась 53 ± 18 г/м². На глубине 3-4 м она выросла до 870 ± 200 г/м². На глубине 6 м она в среднем равняется 201 ± 35 г/м². На глубине 12 м она уже равняется $1,28 \pm 0,90$ г/м² и не превышает 2,6 г/м². Максимальная биомасса зообентоса 1948 г/м² была обнаружена на глубине 3,8 м на илистом песке.

Средняя плотность видов колеблется от $2,7 \pm 0,7$ вид/м² на скале до $10,0 \pm 1,7$ вид/м² на заиленной ракуше (рисунок 2).

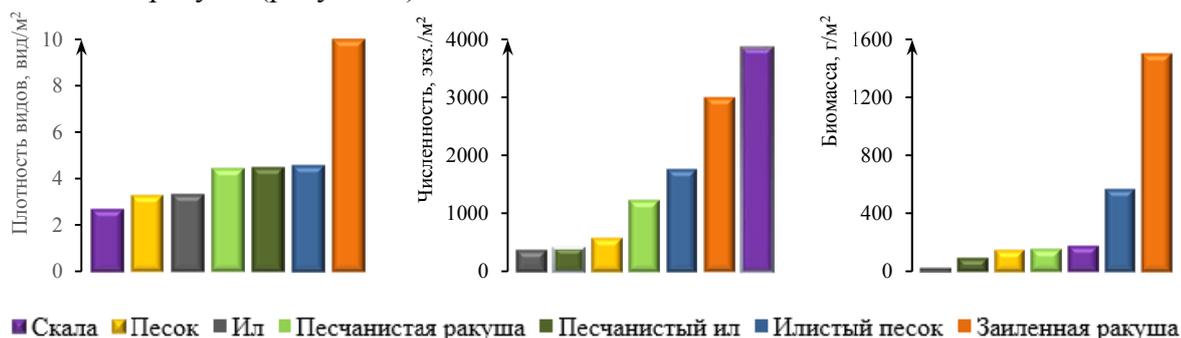


Рисунок 2 - Плотность видов, численность и биомасса зообентоса на различных грунтах юго-восточной части Керченского полуострова в 2015 г.

На остальных грунтах разница в плотности видов относительно небольшая.

Средняя численность зообентоса колебалась от 76 ± 19 экз./м² на иле до 3400 ± 1200 экз./м² на скалах. По мере увеличения содержания различных крупных фракций, пригодных для оседания прикрепленных видов, и усложнения структуры грунта численность зообентоса увеличивается.

Биомасса зообентоса колебалась в пределах от $3,87 \pm 0,99$ г/м² на илах до 1510 ± 700 г/м² на заиленной ракуше.

В целом как плотность видов, так численность и биомасса зообентоса увеличивается по мере усложнения типа грунта. Чем разнообразнее грунт – тем выше эти показатели. Однако, максимальные значения численности и биомассы зообентоса наблюдаются в зарослях цистозир, где численность зообентоса в среднем равняется 16900 ± 8600 экз./м², доходя на отдельных участках до 29040 экз./м². В то время как на голой скале численность была в среднем в 55-180 раз ниже и равнялась 143 ± 23 экз./м², не превышая 400 экз./м². Большая численность зарослевого сообщества приходилась на прикрепленные к цистозире или живущие среди ее талломов виды. В том числе и на уже упоминавшийся ранее *M. lineatus*.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жадин В.И. Методы гидробиологических исследований. М.: Высшая школа, 1960 191с.
2. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Т. 1, Т. 2, Т. 3, Киев: Наукова думка, 1968, 1969, 1972 437 С., 536С., 340С.
3. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Изд. Наука, 1982. 287С.
4. Шорыгин А.А. О биоценозах // Бюллетень МОИП, Т.60. Вып. 6. 1955. С.87-98.

MACROZOOBENTHOS OF THE SOUTH-WESTERN AREA OF KERCH PENINSULA

A.S. Terentiev, A.M. Semik, M.M. Savchuk, K.S. Buchalova

With regard to seasonal variations, depth and ground type, species diversity of zoobenthos, its abundance and biomass are assessed for the South-Western area of Kerch Peninsula. Zoobenthos development level is analyzed both on the open ground and in the thickets of the brown algae *Cystoseira sp.*

УДК 574.5:502(470.26)(26)

ТРОФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЗЕРА ИЗУМРУДНОЕ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «КУРШСКАЯ КОСА»)

Г.А. Цыбалёва, С.Ю. Кузьмин
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
236022 Калининград, Советский пр., 1, Россия
E-mail: kuzmin_1958@mail.ru

Введение.

Озеро Изумрудное входит в озёрную систему водоёмов Куршской косы. Озёра соединены между собой и с Куршским заливом протоками. Ранее был изучен зоопланктон озёр Чайка, Ржавое, Бобровое, Лебедь [2,3].

Гидробиологические исследования озера Изумрудное проводятся с 2013 года. В июне 2015 г. на озере проведены батиметрические и гидробиологические работы.

Материал и методы исследования.

Пробы зоопланктона на озере отбирались сетью Апштейна, охватывая районы по периметру и изобаты 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5м. Сборы проводились как в районах зарослей тростника, кубышки, так и зоны, свободные от растений. Обработка материала проводилась общепринятыми методами [1].

Результаты исследования.

В озеро впадают два дренажных канала, кроме того, оно соединяется канавой с озером Чайка. Площадь зеркала озера составляет 1,247 га, объём воды 20 тыс. куб. м. Максимальная

глубина – 2,8 м, средняя – 1,5 м. Максимальная толщина ила – 1,4 м, средняя – 0,6 м. Углублённая котловина расположена в западной части озера. Восточное и западное побережья зарастают тростником, южное – кубышкой.

Температура воды в период исследований изменялась от 18 до 19 оС. Содержание кислорода в воде составляло 8,9-15,6 мг/л, рН – 5-8.

В составе зоопланктона озера Изумрудное в 2015 г. обнаружено 29 видов, в том числе: 10 видов коловраток, 9 видов ветвистоусых раков, 5 видов копепод, а также встречались раковинные амёбы, остракоды, статобласты мшанок.

Численность зоопланктона изменялась от 35 тыс. экз./м³ до 80 тыс. экз./м³ (среднее значение – 50 тыс. экз./м³). Биомасса была в пределах 0,2 г/м³.

Наибольшая встречаемость отмечена у видов - *Brachionus angularis*, *Brachionus calyciflorus*, *Acanthocyclops viridis*, *Cyclops vicinus*.

Средние количественные характеристики, а также трофические показатели зоопланктона озера Изумрудное представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Количественные и трофические показатели зоопланктона озера Изумрудное летом 2015 г.

Показатели	ст. 1	ст. 2	ст. 3	ст. 4	ст. 5	ст. 6
Численность тыс. экз./м ³	79,7	40,9	35,3	43,5	65,9	35,7
Биомасса г/м ³	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1
Трофность	0,4 мезотроф.	1,3 эвтроф.	0,9 мезотроф.	0,4 мезотроф.	0,1 мезотроф.	1,0 эвтроф.
Сапробность β- сапробная	2,0	2,1	2,0	2,0	1,9	2,1
Развитие зоопланктона	ниже среднего					
N Rot/ N Crust	6,6	4,5	3,0	4,6	4,0	4,2

Из приведённых данных следует: в 2015 году в озере Изумрудное в планктоне повсеместно преобладали коловратки, превышая процентную численность рачков в 3-6 раз. В 2014 году развитие этих групп было примерно на одном уровне. Эти различия связаны с более продолжительным холодным весенним периодом в 2015 году. Максимальную встречаемость в 2014 году имела коловратка *Asplanchna sieboldi*, в 2015 году - *Brachionus angularis*, *Brachionus calyciflorus* (виды мезо-эвтрофных систем).

Сапробность в озере была на уровне β- сапробных водоёмов.

По трофическим показателям выделяются более эвтрофированные зоны, расположенные вблизи стоков дренажных каналов (ст. 2, 6) в северной части озера. Здесь в углублении котловины (ст. 2, 6) отмечены минимальные плотности зоопланктона (30 тыс. экз./м³), что связано с гумифицированными скоплениями. Доминировали копеподы - *Cyclops kolensis*, *Cyclops vicinus*.

Наибольшие количественные показатели отмечены вблизи зарослей кубышки на глубинах до 1 м, где численность зоопланктёров достигала 80 тыс. экз./м³. Здесь более 70% биомассы составляли рачковые организмы.

Развитие зоопланктона в 2015 году было ниже среднего уровня, что связано с сильной гумификацией озера.

Заключение

В составе зоопланктона в озере Изумрудное в 2015 г. выявлено 29 видов зоопланктона, из которых 10 видов коловраток, 9 – кладоцер, 5 – копепод. Встречались в пробах также раковинные амёбы, остракоды, статобласты мшанок.

В летнем планктоне численность организмов изменялась от 3,5 тыс. экз./м³ до 80 тыс. экз./м³, составляя в среднем 50 тыс. экз./м³. Биомасса была в пределах 0,2 г/м³.

Процентное отношение численности коловраток и ракообразных составляло 3-6. Эти показатели были в 2014 году близки к единице. Превышение данного показателя в 2015 году связано с более продолжительной холодной весной в этом году.

Наибольшая встречаемость отмечена у видов *Brachionus angularis*, *Brachionus calyciflorus*, *Acanthocyclops viridis*, *Cyclops vicinus*.

Сапробность в озере Изумрудное была на уровне β – мезосапробных водоёмов.

Трофические показатели выделили зоны мезотрофные и эвтрофные. Последние отмечены на глубинах 2-2,4 м в северной части озера вблизи дренажных стоков.

Количественные характеристики зоопланктона в 2015 году были ниже среднего уровня, что связано с сильной гумификацией озера.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

5. Унифицированные методы исследования качества вод // СЭВ. Совещание руководителей водохозяйственных органов стран-членов СЭВ. Ч. 3. Методы биологического анализа. М., 1975. 176 с.

6. Цыбалёва Г.А. Зоопланктон дюнных озёр Куршской косы // Г.А. Цыбалёва, С.Ю. Кузьмин / Гидробиология и ихтиопатология: сб. науч. тр., посвящённый 120-летию со дня рождения Надежды Станиславовны Гаевской / КГТУ. Калининград, 2009. С. 124-131.

7. Цыбалёва Г.А. Зоопланктон прибрежной зоны озера Чайка в национальном парке «Куршская коса» / Г.А. Цыбалёва, С.Ю. Кузьмин / Проблемы изучения и охраны природного и культурного наследия национального парка «Куршская коса»: сб. науч. ст. Калининград: Изд-во РГУ им. Канта, 2013. Вып. 9. С. 91-99.

TROPHIC CHARACTERISTICS OF THE LAKE IZUMRUDNOE (NATIONAL PARK «THE CURONIAN SPIT»)

G.A. Tsibaliyova, S.Ju Kuzmin

Trophic indexes of the lake «Izumrudnoe» have been explored. Mesotrophic and eutrophic zones have been revealed.

СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЯ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ»

УДК 504.4.062 (470.26)(06)

АНАЛИЗ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ГИДРОГРАФИЧЕСКУЮ СЕТЬ БАСЕЙНА РЕКИ ГУРЬЕВКА

Буйняченко П. П., аспирант

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Калининградский государственный технический университет»

Особенность малых речных систем - азональность, которая обусловлена высокой степенью зависимости режима малых рек от локальных условий, в том числе от антропогенной деятельности в их бассейнах. Детальные исследования отдельно взятых бассейнов малых рек не всегда возможны, поскольку требуют больших организационных и материальных затрат. Применение методического подхода, основанного на типизации бассейнов малых рек, представляется вполне уместным для исследования особенностей воздействия хозяйственной деятельности на экосистемы малых рек гумидной зоны, что отмечено рядом исследователей [1,4,5].

Объект исследования – р. Гурьевка (правый приток реки Преголи), бассейн которой представляет расчлененную водотоками, слегка всхолмленную равнину и вытянут с северо-запада на юг. Основные характеристики реки Гурьевка представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные характеристики реки Гурьевка¹

Протяженность, км	Площадь водосбора, км ²	Средняя ширина, м	Глубина, м	Уклон, ‰	Минимальные среднемесячные расходы воды, обеспеченностью Р %, м ³ /с			
					Лето-осень		Зима	
27,7	121,57	5,5	0,8-2,8	1,36 – 0,98	75	95	75	95
					0,057	0,028	0,155	0,076

Сток реки зарегулирован плотинами трех русловых прудов. Основное направление водопользования, которое существенно влияет на состав и свойства речной воды, режим стока – использование Гурьевки и её притоков в качестве водоприемников сточных вод.

Для оценки интенсивности антропогенной нагрузки от точечных источников были использованы результаты производственного мониторинга предприятий водопользователей, предоставленные ОВР по Калининградской области НЛВБУ¹ за период с 2011 по 2015 год. Материалом для исследования служили протоколы анализов химического состава воды:

- реки в створах выше выпусков сточных вод (всего 67 протоколов анализов по 15 ингредиентам);

- сточных вод предприятий (всего 624 протоколов анализов по 15 ингредиентам).

Для интеграции данных, полученных от водопользователей, была создана база данных Microsoft Access, а для пространственного анализа и графической визуализации данных на программной платформе ArcGis была создана геоинформационная система бассейна реки Гурьевка [2].

Пространственная оценка антропогенной нагрузки на гидрографическую сеть бассейна Гурьевки проводилась на трех участках, соответствующих верхнему (А), среднему (В) и нижнему (С) течению по концентрациям загрязняющих веществ (ЗВ) в сточных водах,

¹ Автор выражает благодарность за предоставленные материалы Л. В. Ковтун, зам. начальника ОВР по Калининградской области НЛВБУ

отводимых в соответствующий участок реки и по объемам среднегодового сброса ЗВ. Замыкающий створ верхнего течения расположен у нижнего бьефа Орловского водохранилища, среднего и нижнего течения – у нижнего бьефа Васильковского пруда и устья реки Гурьевки соответственно (см. таблицу 2).

Таблица 2. Показатели нагрузки на гидрографическую сеть бассейна р. Гурьевки

Участки бассейна	Площадь, км ²	Количество выпусков	Среднегодовой объем сброса сточных вод		Среднегодовой объем сброса ЗВ, т							
					Все ЗВ		Р _{общ}		N _{общ}		ΣР _{общ} N _{общ}	
			м ³	%	т	%	т	%	т	%	т	%
А	49,1	1	18,95	2	3,17	2	0,02	2	0,18	2	0,20	2
В	31,4	7	682,13	81	95,29	76	0,80	76	7,91	78	8,71	78
С	41,07	4	140,89	17	27,32	22	0,23	22	2,07	20	2,30	20
Итого	121,57	12	841,97	100	125,76	100	1,05	100	10,16	100	11,21	100

Пространственный анализ показал, что основной антропогенной нагрузке подвержено среднее течение реки, где находятся шесть выпусков МУП ЖКХ «Гурьевский водоканал» и один выпуск ООО «Гурьевская птицефабрика». Среднегодовой объем сброса сточных вод на этом участке составляет более 80% от объема стоков по всей длине реки. Максимальный среднегодовой вынос загрязняющих веществ приходится так же на замыкающий створ среднего течения и составляет – 125,76 т/год. Нагрузка на нижнее течение реки определяется наличием здесь в настоящий момент четырех выпусков сточных вод. Особенность этого участка реки – сточные воды от автозаправочной станции, которые характеризуются повышенным содержанием нефтепродуктов (таблица 3). Наименьший сброс, лишь 2 % от общего объема сточных вод, приходится на течение выше Орловского пруда.

Межгодовая динамика выноса загрязняющих веществ представлена на рисунке 1. Наблюдается увеличение выноса поллютантов со сточными водами, что может быть связано как с увеличением объемов сточных вод, так и с увеличением концентрации в них загрязняющих веществ.

Зарегулированность стока Гурьевки прудами способствует снижению проточности и благоприятствует накоплению биогенных элементов, что может приводить к увеличению биологической продуктивности и изменению трофического статуса водного объекта [3]. Расчет показал, что среднегодовой сброс со сточными водами биогенных элементов – азота общего и фосфора общего – составляет 11,21 т (таблица 2). Наибольший вклад в поступление азота и фосфора вносят, расположенные в среднем течении, выпуски МУП ЖКХ «Гурьевский водоканал» и ООО «Гурьевская птицефабрика», более 75 %.

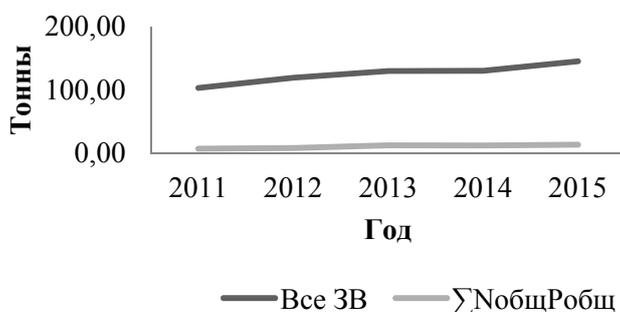


Рисунок 1 - Динамика сброса загрязняющих веществ со сточными водами в реку Гурьевка в 2011 – 2015 гг.

Сравнение концентраций загрязняющих веществ в сточных водах с ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения (таблица 3) показал, что концентрации NO₂, NH₄, АПАВ, нефтепродуктов, фосфатов превышают предельно-допустимые значения на всем протяжении реки за исключением нитратов. Наименьшее содержание загрязняющих веществ в стоках наблюдается в верхнем течении, хотя и здесь средневзвешенные концентрации загрязняющих веществ в сточных водах превышают ПДК.

Таблица 3 – Средневзвешенные концентрации загрязняющих веществ в стоках предприятий-водопользователей

Участки реки	Концентрации загрязняющих веществ, мг/дм ³						
	БПК _{полн}	NO ₃	NO ₂	NH ₄	АПАВ	Нефтепродукты	Фосфаты
А	56,09	1,82	0,09	12,00	0,38	0,26	2,27
В	33,97	3,37	0,21	12,68	0,45	0,15	2,09
С	71,68	4,88	0,14	17,45	0,84	0,44	2,52
ПДК _{р/х}	3,0	40,0	0,08	0,5	0,1	0,1	0,05

Вывод

Хозяйственная деятельность в бассейне малой реки – мощный фактор, влияющий на количественные показатели стока, режим и химический состава воды малой реки. Наиболее интенсивная нагрузка на гидрографическую сеть проявляется на участках водосбора, где сосредоточены промышленные и коммунально-бытовые объекты. Анализ показал, что наибольший объем сброса сточных вод и наибольший вклад в вынос загрязняющих веществ, в том числе биогенных элементов, вносят, расположенные в среднем течении выпуски МУП ЖКХ «Гурьевский водоканал» и ООО «Гурьевская птицефабрика». Это объясняется тем, что здесь расположен г. Гурьевск, в окрестностях которого идет интенсивная застройка и численность населения за последние 5 лет увеличилась на 20% [6].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

8. Берникова, Т. А., Цупикова, Н. А. Малые реки Калининградской области: проблемы и возможные пути их решения // Комплексное изучение бассейна Атлантического океана. Калининград, 2006. С. 50-56.

9. Буйняченко П. П., Барановский П. Н. Интеграция данных для устойчивого управления ресурсами малых рек Калининградской области // Экология России: на пути к инновациям: сб. науч. тр. Астрахань: Издательство Нижневолжского экоцентра, 2015. Вып.11. С. 110-116.

10. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / под ред. Т.В. Гусевой. М.: Форум:ИНФРА-М, 2007. 192 С.

11. Нагорнова, Н. Н. Геоэкологическая оценка состояния малых водотоков калининградской области. 25.00.36 – Геоэкология: автореф. дис. на соис. учен. степ. канд. геогр. наук / Н. Н. Нагорнова. Калининград. 2012. 21 с.

12. Нагорнова Н. Н., Цупикова Н. А., Берникова Т. А. Выбор ключевых точек мониторинга экосистем водотоков в Калининградской области // VIII Международная научная конференция, посвященная 80-летию образования университета "Инновации в науке и образовании - 2010". Калининград, 2010. Ч. 1: Труды. С. 160-163

13. Паспорт муниципального образования Гурьевский [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики [Официальный сайт] URL: http://www.gks.ru/scripts/db_inet2/passport/pass.aspx?base=munst27&r=27707000 (дата обращения: 12.04.2016).

THE ANALYSIS OF ANTHROPOGENIC PRESSURE OF POINT SOURCES ON THE DRAINAGE NETWORK IN THE GURYEVKA RIVER BASIN

Buiniachenko P. P.

Annotation: the article is devoted to the spatial analysis of anthropogenic impact on the Guryevka river basin from point sources on the base of GIS. Water consumers monitoring data is used to determine total volume of waste water discharge within the basin and biogenic elements export.

УДК: 577.115: 57.042: 597.55

МОДИФИКАЦИЯ ЛИПИДОВ ТКАНЕЙ РЫБ, ОБИТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

О.Б. Васильева, М.А. Назарова*, Н.Н. Немова

Институт биологии Карельского научного центра Российской академии наук

*Вологодский государственный университет

Решение проблемы сохранения биологического разнообразия водных сообществ в условиях нарастающего антропогенного влияния на природные экосистемы является одной из важнейших фундаментальных задач современной биологии. В настоящее время ведется активный поиск универсальных биологических маркеров, дающих достоверную информацию о развитии общих и специфических механизмов адаптивного ответа у гидробионтов из антропогенно-трансформированных водоемов. Использование липидных показателей, которые относятся к широко применяемым биоиндикаторам в эколого-биохимических исследованиях, позволяет раскрыть особенности функционирования организма рыб на молекулярном уровне в условиях стресса.

В ИБ КарНЦ РАН в течение ряда лет проводятся мониторинговые исследования состояния ихтиофауны оз. Костомукшского, являющегося захоронением хвостов – техногенных отходов переработки сырья Костомукшского ГОКа. Деятельность данного предприятия привела к изменению основных физико-химических характеристик водоема: высокой минерализации и повышенной взмученности озера. В ходе исследования проводился сбор проб почек и жабр щуки *Esox lucius* Linnaeus, 1758 и сига *Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758) из двух водоемов: оз. Костомукшское (хвостохранилище Костомукшского ГОКа, опытный водоем) и оз. Каменное (контрольный водоем). С помощью стандартных методик проведен анализ липидного статуса тканей рыб [Сидоров и др., 1972; Folch et al., 1957; Engelbrecht et al., 1974]. Исследования выполнены с использованием Центра коллективного пользования научным оборудованием ИБ КарНЦ РАН.

У пресноводных рыб, обитающих в гипотоничной среде, вода проникает в организм через жабры, кожу и перорально с пищей. Для предупреждения обводнения организма в почках хорошо развит фильтрационный аппарат (многочисленные клубочки и канальцы) и выделяется большое количество гипотоничной мочи. Потеря солей компенсируется реабсорбцией их в дистальных почечных канальцах, а также проникновением через жабры и поступлением с кормом [Анисимова, Лавровский, 1983]. Высокая минерализация хвостохранилища Костомукшского ГОКа создает непривычную – гипертоничную среду обитания для пресноводных рыб, что влияет, прежде всего, на функционирование их жабр и почек, регулирующих водно-солевой баланс организма. Сравнительный анализ состава общих липидов жабр и почек у всех изученных видов рыб достоверных различий не выявил. Однако, установлены изменения в уровне как запасных, так и структурных компонентов (таблица 1).

Таблица 1 - Содержание липидов (% сухой массы) и показатели перекисного окисления липидов (нмоль/г ткани) в тканях рыб из двух водоемов

Ткань	Жабры				Почки			
	щука		сиг		щука		сиг	
рыба	К	Х	К	Х	К	Х	К	Х
водоем	К	Х	К	Х	К	Х	К	Х
общие липиды	7,8	7,9	10,3	13,0	13,2	11,6	14,5	16,1
фосфолипиды	4,8	4,3	6,8	7,0*	8,0	7,3	9,6	10,2
триацилглицерины	0,3	0,8*	0,5	3,3*	0,3	0,4	1,3	3,6*
холестерин	2,5	1,9*	2,3	1,4*	4,1	2,8*	3,4	2,2*
эфирь холестерина	0,2	0,9*	0,1	1,3*	0,8	1,1	0,2	0,1

Примечания:

1 К – озеро Каменное,

2 Х – хвостохранилище Костомукшского горно-обогатительного комбината.

3 * – отличие от контроля достоверно при $p \leq 0,05$

Показано повышенное содержание ($p \leq 0,05$) триацилглицеринов и эфиров холестерина в жабрах рыб из хвостохранилища, по сравнению с контролем. Важнейшими условиями оптимального газообмена являются постоянная проточность воды в жабрах, однако повышенная взмученность хвостохранилища способствует механическому забиванию тычинок жабр мелкодисперсной взвесью, приводящее к уменьшению оксигенации ткани и снижению аэробного обмена; и, как следствие, происходит накопление одного из основных субстратов окисления – триацилглицеринов в жабрах рыб [Моисеенко, 2009]. Вероятно, недостаток поступления кислорода определяет и низкое содержание холестерина в жабрах рыб из хвостохранилища (таблица), поскольку его количество в клеточных мембранах во многом зависит от уровня кислорода [Hochachka, Somero, 2002]. Снижение холестерина в почках и жабрах влияет на изменение микровязкости биомембран, что может привести к нарушению осморегуляторной функции данных органов. Подобные модификации липидных компонентов при влиянии техногенного загрязнения были установлены и в ранее проведенных исследованиях [Васильева и др., 2012; Tkatcheva, 2004; Zaman et al., 2008], что позволяет уверенно использовать данные параметры как критерий оценки токсического воздействия на организм.

Выявленные различия в липидных спектрах почек и жабр у сига и щуки из двух водоемов указывают на изменения в регуляции газообмена, поддержании ионного и осмотического гомеостаза в данных органах рыб из хвостохранилища, обусловленные влиянием высокоминерализованных техногенных стоков Костомукшского горнообогатительного комбината и повышенной взмученности водоема.

Работа выполнялась в рамках государственного задания № 0221-2014-0003, при финансовой поддержке проекта № 0221-2015-0003.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анисимова, И.М. Ихтиология / И.М.Анисимова, В.В. Лавровский. М.: Высшая Школа, 1983. 255 с.
2. Васильева, О.Б., Липидный состав и некоторые показатели перекисного окисления липидов в печени рыб в условиях антропогенной нагрузки / О.Б. Васильева, М.А. Назарова, П.О. Рипатти, Н.Н. Немова // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Физиологические, биохимические и молекулярно-генетические механизмы адаптаций гидробионтов» (Борок, 22-27 сентября 2012 г.): изд-во Борок. 2012. С. 60-65.
3. Моисеенко, Т.И. Водная экотоксикология: теоретические и прикладные аспекты /

Т.И. Моисеенко. М.: Наука, 2009. 400 с.

4. Сидоров, В.С. Липиды рыб. 1. Методы анализа. Тканевая специфичность ряпушки *Coregonus albula* L. / В.С. Сидоров, Е.И. Лизенко, О.М. Болгова, З.А. Нефедова // Лососёвые (Salmonidae) Карелии. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР. 1972. Вып. 1. С. 152-163.

5. Engelbrecht, F.M. Cholesterol determination in serum. A rapid direction method / F.M. Engelbrecht, F. Mari, J.T. Anderson // S.A. Med. J. 1974. V. 48. № 7. P. 250-356.

6. Folch, J. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues / J. Folch, M. Lees, G.H.S. Stanley // J. Biol. Chem. 1957. V. 226. P. 497-509.

7. Hochachka, P.W. Biochemical Adaptation: Mechanism and Process in Physiological Evolution / P.W. Hochachka, G.N. Somero. – New York: Oxford University Press, 2002. P. 466.

8. Tkatcheva, V. Toxic effects of mining effluents on fish gills in a subarctic lake system in NW Russia / V. Tkatcheva, H. Hyvärinen, J. Kukkonen, L.P. Ryzhkov, I.J. Holopainen // Ecotoxicol Environ Saf. 2004. № 57(3). P. 278-89.

9. Zaman, M.U. The effects of industrial effluent discharge on lipid peroxide levels of punti fish *Puntius sophore* tissue in comparison with those of freshwater fish / M.U. Zaman, S.R. Sarker, S. Hossain // Journal of Food Lipids. 2008. V. 15. № 2. P. 198-208.

MODIFICATION OF LIPID TISSUES OF FISH, LIVES IN CONDITIONS OF TECHNOGENIC INFLUENCE

O.B. Vasil'eva, M.A. Nazarova*, N.N. Nemova

The objective of this study is to discern the effects of technogenic wastewater of Kostomuksha mining and processing plant on the lipid composition of gills and kidneys and some parameters of lipid peroxidation of fish.

УДК 551.465 (261.24)

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОГО ХОДА ТЕРМОХАЛИННЫХ ПОЛЕЙ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

В.Ф. Дубравин

Атлантическое отделение Института океанологии им П.П. Ширшова (АО ИО РАН)
236022, Калининград обл., пр. Мира, 1, Россия, E-mail: v_dubravin@mail.ru

Известно [3], что акватория Балтийского моря представлена двумя структурными зонами (СЗ) [7] поверхностной и глубинной. Ранее нами [5] для всего Балтийского моря были выделены четыре водные массы (ВМ) [2]: две поверхностные – западная (ПовЗБ) и восточная (ПовВБ) и две глубинные западная (ГлЗБ) и восточная (ГлВБ). Анализ месячных статистических T,S-диаграмм поверхностных и глубинных вод показал, что начальный и конечный S-индексы ядра всех ВМ в течение года практически не меняются: 3,00 и 8,50 PSU для ПовВБ и ПовЗБ, соответственно, и 5,00 и 16,00 PSU для ГлВБ и ГлЗБ. При этом, меняются только T-индексы ядер: от 0,0-2,0 °C в марте до 14,0-17,5 °C в августе – для поверхностных ВМ, и от 1,5-7,0 °C в марте до 2,5-8,0 °C в августе – для глубинных. Поэтому для расчета процентного содержания этих ВМ по акватории Балтики в любой месяц года достаточно иметь только один треугольник смешения

Некоторое представление о трансформации поверхностных и глубинных ВМ можно получить из оценки сезонной изменчивости доли ВМ в общей площади зеркала Балтийского моря или глубинного максимума солености. Расчеты в [6, табл. 2] показали, что в среднем за год, большую часть акватории Балтики занимает ПовЗБ (65 %), которая на востоке, взаимодействуя с ПовВБ, распространяется до входа в Ботнический, Финский и Рижский

заливы (граница между ПовЗБ и ПовВБ – линия 50-процентного содержания совпадает с изогалиной 5,75 PSU), а на западе, взаимодействуя с ПовС, распространяется до Каттегата (граница между ПовЗБ и ПовС – линия 50-процентного содержания совпадает с изогалиной 21,75 PSU). Наибольшего распространения ПовЗБ достигает в холодный период (декабрь-март) – 72-73 % поверхностной площади Балтийского моря, уменьшаясь к теплomu сезону (июнь-сентябрь) до 62-63 %. Что касается глубинных ВМ, то в среднем за год, несколько меньшую часть глубинной зоны Балтики занимает ГлЗБ (49 %), которая на востоке, взаимодействуя с ГлВБ, распространяется от меридиана о. Рюген вдоль котловин Борнхольмской, Гданьской, Готландской, Фарё до южной части Северо-Балтийской котловины (граница между ГлЗБ и ГлВБ – линия 50-процентного содержания совпадает с изогалиной 10,5 PSU), а на западе, взаимодействуя с ПовС₅₀, распространяется до Бельта (граница между ГлЗБ и ПовС₅₀ – линия 50-процентного содержания совпадает с изогалиной 25,5 PSU). Для ГлЗБ наступление максимального простираия сдвигается на июнь, сентябрь, январь-март (55-56 %), а минимального – на апрель-май, июль-август (48-50 %).

Целью настоящей работы является получение количественных оценок сезонной изменчивости процентного содержания ПовЗБ, ПовВБ, ГлЗБ и ГлВБ с помощью гармонического анализ [1] на базе массива данных наблюдений за температурой и соленостью в одноградусных трапециях из атласа [8].

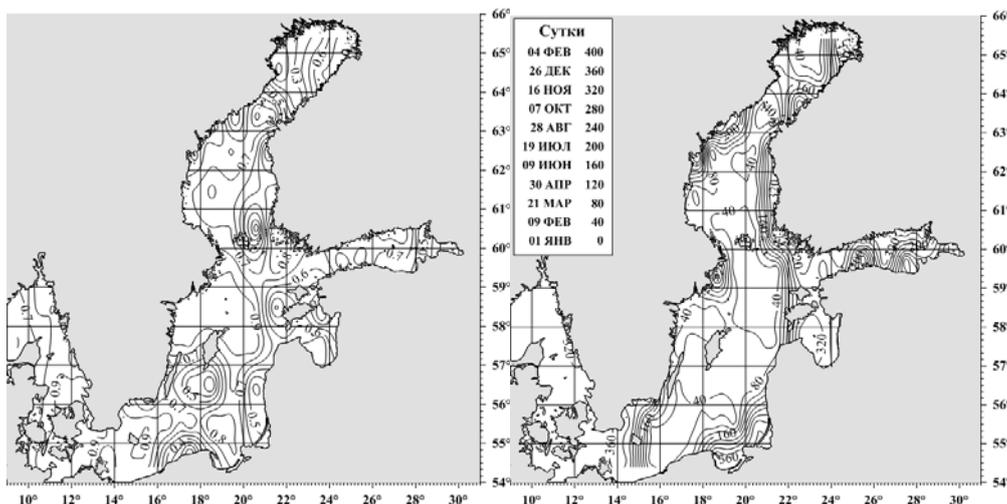


Рисунок 1 - Квота (а) и дата наступления максимума (б) годовой волны процентного содержания поверхностных ВМ средние за 1900-2005 гг., рассчитано по [8]

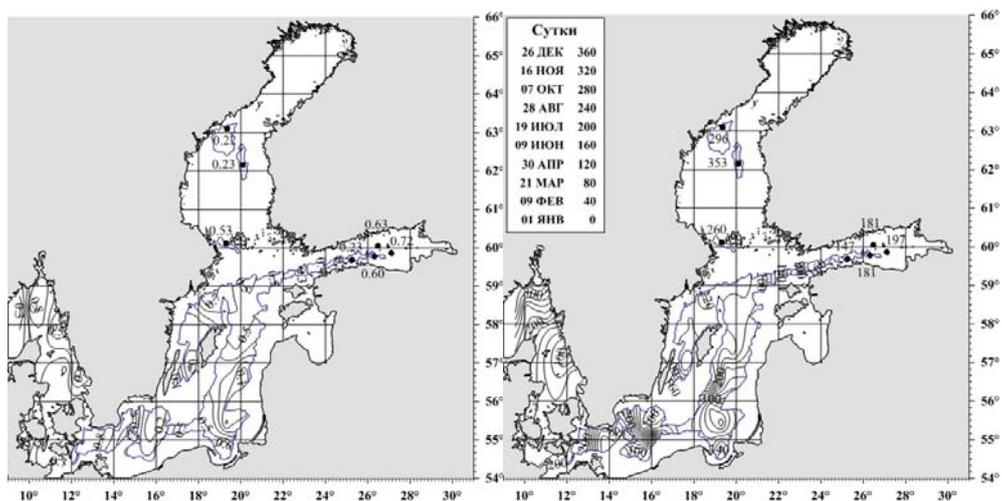


Рисунок 2 – Квота (а) и дата наступления максимума (б) годовой волны процентного содержания глубинных ВМ средние за 1900-2005 гг., рассчитано по [7]

Таблица 1 – Гармонические постоянные сезонного хода процентного содержания ПовЗБ, ПовВБ, ГлЗБ и ГлВБ в Балтийском море и проливах (средние и предельные значения) за 1900-2005 гг., рассчитано по [7].

ВМ	A_I	T_{maxI}	q_I	A_{II}	T_{maxII}	q_{II}	A_I/A_{II}
ПовЗБ с проливами	4,2	163	0,738	1,2	115	0,106	5,1
	10,9	83 (448)	0,994	3,6	83 (264)	0,485	22,7
	0,1	263	0,001	0,2	91	0,002	0,1
ПовВБ	4,5	206	0,622	2,0	77	0,176	3,58
	11,3	133 (498)	0,936	7,1	90 (271)	0,810	23,42
	0,7	244	0,052	0,2	95	0,002	0,25
ГлЗБ с проливами	4,2	175	0,456	2,6	71	0,134	3,56
	18,6	358	0,893	7,5	180	0,317	20,12
	0,45	11	0,055	0,1	13	0,002	0,76
ГлВБ	3,4	217	0,451	2,71	90	0,143	2,58
	8,8	353	0,868	10,5	154	0,395	12,30
	0,2	38	0,023	0,09	7	0,004	0,76

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Брукс К., Карузертс Н. Применение статистических методов в метеорологии. Л.: Гидрометеоздат, 1963. 416 с.
2. Добровольский А.Д. Об определении водных масс // Океанология. 1961. Т. 1. Вып. 1. С. 12-24.
3. Добровольский А.Д., Залогин Б. В. Моря СССР. – М. «Мысль», 1965. – 351 с.
4. Дубравин В.Ф. Эволюции гидрометеорологических полей в Балтийском море Калининград: Капрот, 2014. 438 с.
5. Дубравин В.Ф., Капустина М.В. Эволюции термохалинной структуры вод Балтийского моря // Труды III научной конференции «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». Калининград: Изд-во КГТУ, 2015. С. 156-159.
6. Капустина М.В., Дубравин В.Ф. Сезонная изменчивость водных масс Балтийского моря // Сб. тезисов «Морские исследования и образование: MARESEDU-2015» (Москва, МГУ 19-24 октября 2015 г.). С. 268-271.
7. Степанов В.Н. Мировой океан. М.: Знание, 1974. 256 с.
8. State and Evolution of the Baltic Sea, 1952–2005. A Detailed 50-Year Survey of Meteorology and Climate, Physics, Chemistry, Biology, and Marine Environment /Editors: R. Feistel, G. Nausch, N. Wasmund. 2008.

THE REGULAR SEASONAL PROCESS OF THE THERMOHALINE FIELDS IN THE BALTIC SEA.

Dubravina V.

On the basis of model time series, consisting of regular seasonal process and inter-annual component in total time variability of thermohaline fields in the Baltic Sea. Material for the long-period variability of thermohaline fields studying was taken from the climatic data of The Baltic Atlas (2008). Longtime was variability investigated with harmonic analysis (Bruks, Caruzers, 1963).

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕРМОХАЛИННЫХ ПОЛЕЙ
БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

В.Ф. Дубравин

Атлантическое отделение Института океанологии им П.П. Ширшова (АО ИО РАН)
236022, Калининград обл., пр. Мира, 1, Россия, E-mail: v_dubravin@mail.ru

Ранее нами [4] было показано, что вся акватория Балтийского моря представлена двумя структурными зонами (СЗ) [5] с двумя водными массами (ВМ) [2] в каждой – поверхностная СЗ: Поверхностные Западная (ПовЗБ) и Восточная (ПовВБ) и глубинная СЗ: Глубинные Западная (ГлЗБ) и Восточная (ГлВБ) ВМ. При этом ПовЗБ и (или) ГлЗБ на востоке взаимодействуют с ПовВБ и (или) ГлВБ, а на западе с соленой (~35,0 PSU) ВМ Северного моря (ПовС). Там же были представлены среднемесячные и среднегодовые T,S-индексы ВМ Балтики [4, табл.], из которой следует, что S-индексы ядер этих ВМ в течение года практически остаются постоянными, а T-индексы поверхностных вод изменяются от 0,0-2,0 °С в марте до 14,0-17,5 °С в августе, а глубинных – от 1,5-7,0 °С в марте до 2,5-8,0 °С в августе. Поэтому, горизонтальная граница между ПовЗБ и ПовВБ проходит по изогалине 5,75 (в среднем за год на входе в Рижский, Финский и Ботнический заливы), между ПовЗБ и ПовС – по изогалине 21,75 (весь год за пределами Балтики, на юге Каттегата), а между ГлЗБ и ГлВБ – по изогалине 10,50 (север Готландской котловины), между ГлЗБ и ПовС – по изогалине 25,5 (за пределами Балтики, в Датских проливах).

Сочетание поверхностных и глубинных ВМ по вертикали формирует структуру вод СВ [2], выделено 6 глубоководных подтипов (I – Арконского бассейна; II – Центральный; III – Западный Готландский; IV – Северо-Балтийский; V – Ботнического моря; VI – Долины Финского залива), располагающихся в пределах поверхностной и глубинной СЗ и 5 прибрежных (VII – Западный; VIII – Восточный; IX – Ботнического; X – Финского и XI – Рижского заливов), состоящих только из одной – поверхностной ВМ.

Целью настоящей работы является исследование временной структуры рядов процентного содержания ВМ в каждом из подтипов СВ по модели временного ряда из [3]. В данной модели временной исходный ряд (ИР) X(t) складывается из короткопериодной (КП) и долгопериодной (ДП) изменчивостей, которые, в свою очередь, состоят из нерегулярной внутрисуточной (ВСИ), регулярного суточного хода (СХ), межсуточной (синоптической) (СИ) и нерегулярной внутригодовой (ВГИ), регулярного сезонного хода (СезХ) и межгодовой (МГИ) компонент:

$$X(t) = ВСИ + СХ + СИ + ВГИ + СезХ + МГИ . \quad (1)$$

Материалом для получения высоко- и низкочастотной изменчивостей термохалинной структуры западной части моря послужили наблюдения на станциях Darss Sill и Arkona Basin (дискретность 1 ч; 2002-2010 гг.) [7], а для выявления низкочастотной изменчивости СВ всей Балтики – климатические данные из атласа [6]. Исходные ряды обрабатывались с применением дисперсионного анализа [1].

Расчеты показали, что для ПовЗБ в Западной Балтике (ст. Darss Sill) на интервале 2002-2010 гг. преобладает короткопериодная изменчивость и составляет 64 %. При этом, удельный вклад СХ в ИР минимален – ($\leq 0,01$ %). Наибольший вклад в дисперсию ИР вносит СИ – 58 %, при значительном вкладе ВГИ – 21 % и заметном – СезХ (11 %) и ВСИ (7 %). Для ПовЗБ в Южной Балтике (ст. Arkona Basin) на интервале 2003-2010 гг. преобладает ДП и составляет 64 %. При этом, удельный вклад СХ в ИР минимален ($\leq 0,01$ %). Наибольший вклад в дисперсию ИР вносит СИ – 31 %, при значительном вкладе СезХ, ВГИ и МГИ – 18-24 % и небольшом – ВСИ (4 %) (таблица 1).

Таблица 1 – Дисперсия (верхняя строка) и относительная доля (нижняя) составляющих временной изменчивости ПовЗБ и ГлЗБ на ст. Дарсил и Аркона, рассчитано по [7].

Элемент	Д и с п е р с и я						
	Общая	Короткопериодная			Долгопериодная		
		СХ	ВСИ	СИ	СезХ	ВГИ	МГИ
Ст. Дарсил (54,7° с. ш.; 12,7° в. д. – 2002-2010 гг.)							
ПовЗБ (7м)	961,23	0,02	65,88	557 63	107,28	206,51	23,91
	100	0,002	6 85	58,01	11,16	21,48	2,49
	337,70	-	-	-	107,28	206,51	23,91
	100	-	-	-	31,77	61,15	7,08
ГлЗБ (19м)	961,93	0,03	45,96	415,85	95,4	241,18	163,49
	100	0,003	4,78	43,23	9,92	25,07	17,00
	500,1	-	-	-	95,4	241,18	163 49
	100	-	-	-	19,08	48 3	32,69
Ст. Аркона (54,9° с. ш.; 13,9° в. д. – 2003-2010 гг.)							
ПовЗБ (7м)	61,26	0,000	2,64	19,27	14,41	11,11	13,83
	100	0,000	4,31	31,46	23,52	18,13	22,57
	39,34	-	-	-	14,41	11,11	13,83
	100	-	-	-	36,62	35,15	28,23
ГлЗБ (40м)	551,35	0,018	1,40	220,64	31,80	183,76	93,75
	100	0,003	3,88	40,02	5,77	33,33	17,00
	309,30	-	-	-	31,80	183,76	93,75
	100	-	-	-	10,28	59,41	30,31

Для ГлЗБ временная структура несколько изменилась: на ст. Darss Sill на интервале 2002-2010 гг. доля КП уменьшилась до 48 %, в основном за счет СИ (до 43 %); при этом, вклады ВГИ и МГИ возросли до 25 и 17 %, а доля СезХ несколько понизилась (до 10 %).

На ст. Arkona Basin в данный период вклад ДП уменьшился до 56 %, за счет СезХ и МГИ (до 6 и 17 %), при этом, возросли вклады СИ и ВГИ (до 40 и 33 %, соответственно) (см. таблица 1). Различия во временной структуре ПовЗБ и ГлЗБ на этих станциях, по всей вероятности связаны с их географическим положением: Ст. Darss Sill, с глубиной места около 20 м, располагается ближе к Датским проливам и находится под большим влиянием североморских вод [3].

Рассмотрим составляющие низкочастотной изменчивости ВМ в подтипах СВ Балтики (табл. 2). Для поверхностной СЗ наибольший вклад в дисперсию ДП вносит МГИ (45 % – в среднем для зоны, 63 % – максимум (подтип IV) и 11 % – минимум (подтип I)). Доля СезХ составляет: 29 % – в среднем для зоны, 44 % – максимум (подтип XI), 13% – минимум (подтип IV), а вклад ВГИ – (26 % – в среднем для зоны; 60 % – максимум (подтип I); 13 % – минимум (подтип V)). Аномально высокий вклад ВГИ в дисперсию ДП или аномально низкий –МГИ для подтипа I, по всей вероятности можно объяснить близостью этого региона к Датским проливам (влияние североморских вод).

Таблица 2 – Дисперсия (верхняя строка) и относительная доля (нижняя) составляющих долгопериодной изменчивости ПовЗБ, ПовВБ, ГлЗБ и ГлВБ (глубоководные и прибрежные подтипы СВ Балтийского моря), рассчитанные по [6].

Подтип СВ, Координаты квадратов	Элемент	Дисперсия			
		ИР	СезХ	ВГИ	МГИ
Глубоководные подтипы					
I 54,7° с.ш. 10,5° в.д.	ПовЗБ (1950-2005)	124,51	35,57	7 64	13,83
		100	28,57	59,94	11,49
	ГлЗБ (30 м) (1950-2004)	233,05	64,92	106,86	61,27
		100	27,86	45,86	26,29
II 57,5° с.ш. 19,5° в.д.	ПовЗБ (1953-2005)	30,39	9,24	34	15,81
		100	30,34	17,58	52,03
	ГлЗБ (150 м) (1957-2005)	26,33	0,77	4,74	20,82
		0	2,92	18,0	79,07
III 56,5° с.ш. 17,5° в.д.	ПовЗБ (1954-2004)	34,84	5,45	9,16	20,24
		100	15,63	26,28	58,09
	ГлВБ (70 м) (1954-2004)	49,66	8,45	6,48	34,74
		100	17,01	13,05	69,95
IV 59,5° с.ш. 22,5° в.д.	ПовЗБ (1954-2004)	66,08	8,35	16,15	41,57
		0	12,64	24, 5	62,91
	ГлВБ (80 м) (1954-2004)	93,36	23,06	33,91	36,40
		100	24,70	36,32	38,99
V 63,3° с.ш. 19,6° в.д.	ПовВБ (1957-2003)	243,04	88,28	32,29	122,47
		100	6,32	13,29	50,39
	ГлВБ (120 м) (1957-1991)	4,96	0,62	0,73	3,61
		00	12,49	14,72	72,78
VI 59,8° с.ш. 25,5° в.д.	ПовВБ (1957-2003)	95,22	21,96	31,53	41,74
		100	23,06	33,11	43,83
	ГлВБ (70 м) (1958-2004)	71,70	15,31	21,17	35,22
		100	21.35	49,13	29,52
Прибрежные подтипы					
VII 59,8 с.ш. 25,5 в.д.	ПовЗБ (1962-1982)	31, 9	13,22	5,19	12,88
		100	42,24	16,59	41,17
VIII 59,8 с.ш. 25,5 в.д.	ПовЗБ (1954-2004)	38,87	14,41	5,76	18,69
		100	37,08	14,83	48,10
IX 59,8 с.ш. 25,5 в.д.	ПовВБ (1954-2004)	35,88	11.74	6,56	17,57
		100	32,72	18,30	48,98
X 59,8 с.ш. 25,5 в.д.	ПовВБ (1954-2004)	58,11	8,94	15,15	34,01
		100	15,39	26,07	58,53
XI 59,8 с.ш. 25,5 в.д.	ПовВБ (1993-2003)	30,68	13,48	10,15	7,06
		100	43,93	33,07	23,00

В пользу такого вывода говорят данные таблицы 1: Вклад ВГИ в дисперсию ДП для ПовЗБ на ст. Дарсил и Аркона составили 61 и 35 % соответственно, а одноградусный квадрат, для которого рассчитывалась временная структура в подтипе I, располагается на 2 градуса к западу от ст. Дарсил (см. таблица 2, 1 – 10,5° и 12,7° в. д., соответственно). Аномально высокий вклад СезХ в дисперсию ДП для подтипов VII и XI (42-44 %) вероятно связан с малой длиной временного ряда в этих квадратах (20 и 10 лет) против ~50 лет для большинства

Для глубинной СЗ наибольший вклад в дисперсию ДП, как и для поверхностной, вносит МГИ (53 % – в среднем для зоны, 79 % – максимум (подтип II) и 26 % – минимум (подтип I)). Доля ВГИ составляет: 30 % – в среднем для зоны, 49 % – максимум (подтип VI), 13% – минимум (подтип III), а вклад СезХ (17 % – в среднем для зоны; 28 % – максимум (подтип I); 3 % – минимум (подтип II)) (см. табл. 2).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Брукс К., Карузерт Н. Применение статистических методов в метеорологии. Л.: Гидрометеоздат, 1963. 416 с.
2. Добровольский А.Д. Об определении водных масс // Океанология. 1961. Т. 1. Вып. 1. С. 12-24.
3. Дубравин В.Ф. Эволюции гидрометеорологических полей в Балтийском море. Калининград: Капрос, 2014. 438 с.
4. Дубравин В.Ф., Капустина М.В. Эволюции термохалинной структуры вод Балтийского моря // Труды III научной конференции «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». Калининград: Изд-во КГТУ, 2015. С. 156-159.
5. Степанов В.Н. Мировой океан. М.: Знание, 1974. 256 с.
6. State and Evolution of the Baltic Sea, 1952–2005. A Detailed 50-Year Survey of Meteorology and Climate, Physics, Chemistry, Biology, and Marine Environment /Editors: R. Feistel, G. Nausch, N. Wasmund. 2008.
7. Ostseeforschung Warnemünde [Электронный ресурс]. URL: www.io-warnemuende.de (дата обращения: 27.02.2016).

THE SPACE-TIME VARIABILITY OF THE THERMOHALINE FIELDS IN THE BALTIC SEA.

Dubravina V.

On the basis of model time series, consisting of irregular intra-daily oscillations, regular diurnal process, synoptic and irregular within-year components, regular seasonal process and inter-annual component in total time variability of thermohaline fields in the Baltic Sea. Material for the long-period variability of thermohaline fields studying was taken from the climatic data of The Baltic Atlas (2008).

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ ВНУТРЕННИХ МОРЕЙ
ЕВРОПЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ОСНОВЕ
ИНТЕГРАЛЬНОГО ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА

В.В. Дроздов

ФГОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,
Санкт-Петербург, Малоохтинский пр. д. 98.

ФГУП «Крыловский государственный научный центр», Санкт-Петербург,
Московское шоссе, д. 44.

e-mail: vladidrozдов@yandex.ru

Внутренние моря Европы – Балтийское, Белое, Черное и Азовское, обладая высокой биологической продуктивностью и значительными рыбными запасами, имеющие ограниченную связь с океаном и замедленный водообмен, одновременно являются весьма уязвимыми к воздействию климатических изменений и антропогенной морской хозяйственной деятельности. Периоды высокого обилия промысловых рыб часто сменяются упадком их численности, вплоть до сокращения доступных запасов в несколько раз и введения запрета на промысел в целях сохранения важнейших популяций [1]. В начале XXI века общий улов в Балтийском, Белом, Черном и Азовском морях приблизился к 1,5 млн. т. в год, тогда как в 1970-х гг. общие выловы оценивались в 3,0 млн. т. в год, что не может не вызывать озабоченности и определяет актуальность проведения дальнейших углубленных исследований причин динамики абиотических и биотических параметров экосистем внутренних морей [2,3].

Целью исследования является комплексная оценка влияния климатических изменений на состояние экосистем Балтийского, Белого, Черного и Азовского морей на основе применения интегрального диагностического подхода с анализом многолетних климатических, океанологических и промыслово-гидробиологических данных.

В настоящее время в России и за рубежом имеется настоятельная потребность в дальнейшей разработке и совершенствовании методов оценки степени и характера влияния климатических колебаний на океанологические и биопродукционные процессы во внутренних морях Европы. Необходимо использование междисциплинарного, интегрального и системного подходов, которые позволят установить, на более высоких уровнях научного обобщения, новые ключевые закономерности совместного влияния ряда крупномасштабных климатообразующих процессов над Северным полушарием на состояние и динамику компонентов абиотических и биотических экосистем Балтийского, Белого, Черного и Азовского морей, что позволит более объективно подходить к прогнозированию их развития [4,5,6].

Эффективным инструментом оценки состояния морских экосистем являются специально разработанные индикационные показатели функционирования гео- и биосистем, обладающие высокой информативностью [3,5].

Выявлены новые особенности крупномасштабного внутрисистемного взаимодействия циклонического и антициклонических центров действия атмосферы в Северной Атлантике и Арктике. На основе полученных автором результатов корреляционного, кластерного и спектрального анализа установлены механизмы реализации региональных тенденций изменений климата, океанологического и гидрологического режимов на северо-востоке и юго-востоке Европы – в бассейнах Балтийского и Белого, а также Черного и Азовского морей. Для регионов Балтийского, Белого, Черного и Азовского морей, выделены и обоснованы индексы и формы циркуляции атмосферы над Серной Атлантикой и Арктикой, наилучшим образом отражающие и определяющие изменчивость

динамики температурного режима в различных районах и параметры речного стока в моря с различных участков водосбора.

Проанализированы механизмы влияния климатических колебаний, океанологических и гидрологических факторов морской среды на показатели биопродуктивности 22 видов промысловых пелагических, демерсальных и донных рыб Балтийского, Белого, Черного и Азовского морей. Осуществлен расчет и статистическая оценка достоверности регрессионных математических моделей, отражающих зависимость динамики показателей биопродуктивности важнейших промысловых рыб Балтийского, Белого, Черного и Азовского морей от влияния климато-обусловленных экологических факторов и морской среды.

Методологически обоснованы ключевые (импактные) геоэкологические районы в экосистемах Балтийского, Белого, Черного и Азовского морей, изменения в которых, под влиянием климата, способны оказать принципиальное воздействие через цепь причинно-следственных связей на функционирование экосистем, в том числе на промысловую продуктивность. Осуществлено диагностическое районирование внутренних морей Европы. Определены наиболее эффективные био- и геоиндикаторы состояния экосистем внутренних морей, среди которых показатели урожайности пелагических и донных рыб промысловых рыб, гидрохимические параметры, значения определенных индексов атмосферной циркуляции, параметры речного стока.

Разработаны интегральные геоиндикационные диагностические расчетные оценочные показатели (ИГИДП) состояния экосистем Балтийского, Белого, Черного и Азовского морей, получены их количественные и качественные оценки. Определены оценочные характеристики текущего и перспективного состояния экосистем внутренних морей под влиянием климатических изменений.

Полученные результаты могут позволить значительно повысить эффективность мероприятий направленных на обеспечение экологической безопасности, рационального морского природопользования и пространственного планирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аверкиев А.С., Чернышков П.П. Оценка запасов и управление рыболовством. СПб.: Изд-во РГГМУ. 2013. 88 с.
2. Антонов А.Е. Природная циклоэнергетика. Гидрометеорологическое и рыбопромысловое прогнозирование. СПб.: Гидрометеиздат, 2007. – 216 с.
3. Дроздов В.В. Влияние колебаний климата на динамику экосистем Балтийского и Белого морей. СПб.: Изд. РГГМУ. 2015 . 230 с.
4. Дроздов В.В., Смирнов Н.П. Многолетняя динамика климата и гидрологического режима в регионе Балтийского моря и их причины. // Метеорология и гидрология. 2011. № 5.С. 77 – 87.
5. Дроздов В.В. Комплексная геоэкологическая оценка состояния экосистем внутренних морей: научно-практические подходы и методы // Ученые записки РГГМУ. СПб., Изд. РГГМУ. 2015. С.174 – 187.
6. Смирнов Н.П., Воробьев В.Н., Кочанов С.Ю. Северо-Атлантическое колебание и климат. СПб.: Изд-во РГГМУ, 1998. 122 с.

INTEGRATED ECOSYSTEM ASSESSMENT
INLAND SEAS OF EUROPE UNDER THE INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE ON
THE BASIS OF AN INTEGRATED DIAGNOSTIC APPROACH

Dr. Vladimir Drozdov

FSUE «Krylovskiy state scientific center», St. Petersburg, Moskovskoe shosse, 44.

Russian state hydrometeorological university»

St. Petersburg, Malookhtinsky prospect, 98.

e-mail: vladidrozdov@yandex.ru

Developed integrated geoindication diagnostic calculated estimates (IGIDP) ecosystems of the Baltic, White, Black and Azov seas, received their quantitative and qualitative assessments. Determined the estimated characteristics of the current and future state of inland seas ecosystems under the influence of climate change. The results may allow significantly improve the efficiency of measures aimed at ensuring ecological safety, management of natural resources and marine spatial planning.

УДК 574.583 : 639.311

ВЛИЯНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА НА СРЕДУ ОБИТАНИЯ РЫБ В РЕКРЕАЦИОННОМ
ВОДОЕМЕ

А.В. Жигин, А.П. Буртовой*

ФГБНУ «ВНИРО», *ООО «Ф-Траут»

Сегодня бизнес в России, основанный на удовлетворении потребностей человека в качественном отдыхе на базе рыболовства, переживает бурное развитие. Так, только в московском регионе к 2012 году насчитывалось несколько сотен специально отведенных прудов для платной рыбалки, при этом по оценке экспертов минимальный доход такого объекта составляет не менее 300 тыс. рублей в месяц. Таким образом, организация рекреационного рыбоводно-рыболовного хозяйства (РРРХ) можно считать важной и перспективной формой рыбохозяйственного освоения малых водоёмов [1-4].

Развитие этого нового направления аквакультуры требует разработки соответствующих технологических решений при эксплуатации водоема, обеспечивающих его привлекательность для посетителей, выражающуюся не только в постоянном клеве в течение всего года, но и во внешнем состоянии берегов и водной акватории. При этом одной из мало изученных проблем, оказывающих значительное влияние на состояние водной среды, является «цветение» водоема – бурное неконтролируемое развитие фитопланктона, основная составляющая которого зачастую - диатомовые водоросли.

Цель проведенных исследований - изучение влияния диатомовых водорослей на среду обитания рыб в рекреационном водоеме. При этом изучали видовой состав рыб и динамику ихтиомассы, гидрохимический режим, содержание микроводорослей в водоеме, их качественный состав и влияние на кислородный режим.

Исследования проводились с апреля по июль 2014 года в рекреационном рыбоводно-рыболовном хозяйстве, расположенном на территории ВДНХ (г. Москва). Обследовали основной пруд хозяйства площадью 0,8 га, объемом 1 тыс. м³, в котором содержалось в поликультуре несколько видов завезенных рыб, используемых в качестве объектов любительского рыболовства. Пруд снабжается грунтовыми водами. В качестве дополнительных средств интенсификации хозяйство использует в нем аэрацию и потокообразование с артезианским водоснабжением.

Результаты исследований показали, что основной состав ихтиофауны водоема представлен 5-ю видами рыб: сибирский осетр, форель, сиг ладожский, карп. Кроме этого

присутствовали русский осетр, стерлядь, белуга, пелядь, щука, сом, карась, толстолобик, лещ (всего насчитывалось 13 видов).

Обращает на себя внимание значительная видовая и количественная динамика ихтиомассы в водоеме. Она резко возростала при завозах крупных партий рыбы и уменьшалась по мере вылова. Таким образом, от обычных рыбоводных прудов, где ихтиомасса постепенно закономерно нарастает от начала вегетационного сезона к его окончанию, динамика ихтиомассы в пруду РРРХ имеет скачкообразный характер. Причем отмеченные изменения достаточно скоротечны и составляют всего около 10 суток.

В целом общая удельная ихтиомасса в пруду РРРХ в среднем колебалась в диапазоне 31,3-43,8 ц/га, а в отдельные дни достигала 115 ц/га. Данные показатели свидетельствуют об очень высоком уровне интенсивной эксплуатации водоема, превышающий обычный для второй климатической зоны рыбоводства уровень рыбопродуктивности (14,1 ц/га) в 2-3 раза [5].

Такая интенсивная эксплуатация водоема влечет за собой накопление высоких концентраций органических, минеральных азотных загрязнений, и как следствие значительное снижение содержания растворенного в воде кислорода. Однако проведенные исследования показали хорошее качество воды в пруду (таблица 1). Это объясняется тем, что избыточное накопление биогенов нивелировалось путем их утилизации фитопланктоном, которые использовались им для своего интенсивного развития.

Соответственно, благодаря осуществляемому водорослями процессу фотосинтеза, происходило интенсивное насыщение воды растворенным кислородом. В этой связи дальнейшие исследования были направлены на изучение в пруду качественного и количественного состава фитопланктона.

Таблица 1 - Показатели качества воды пруда

Показатели	Дата							
	30.04	10.05	12.05	15.05	18.05	24.05	27.05	1.05
Температура воды на глубине 4 м, °С	16,0	12,5	13,5	14,5	15,2	19,5	18,5	18,5
Температура воды на поверхности, °С	16,1	13,4	15,0	15,0	15,0	19,6	19,5	19,5
Кислород на глубине 4 м, мг/л	21,5	7,5	6,5	9,5	7,8	5,1	6,3	6,5
Кислород на поверхности, мг/л	21,5	11,5	7,3	13,0	9,5	6,3	6,5	11,5
Нитраты, мг/л	10,0	10,0	-	15,0	-	5,0	-	10,0
Нитриты, мг/л	0,2	0,2	-	0,5	-	0,05	-	0,05
СО ₂ , мг/л	12,0	10,0	-	18,0	-	20,0	-	16,0
Фосфаты, мг/л	-	0,5	-	0,5	-	0,5	-	0,5

Его концентрация в прудовой воде колебалась в широких пределах: от 2 до 30 млн. экз./л. При этом основная масса фитопланктона (90%) приходилась на диатомовые водоросли. Таким образом, диатомовые водоросли являлись одними из основных продуцентов кислорода в водоеме. Пики повышения содержания растворенного кислорода, отмеченные 30 апреля и 15 мая, совпадали по времени с максимальным уровнем их развития - около 30 млн. экз./л. В свою очередь минимальное содержание кислорода в воде наблюдалось 12 и 24 мая - в период минимального уровня численности фитопланктона в пробах 1-2 млн. экз./л.

При этом установлено, что при среднем уровне концентрации фитопланктона около 10 млн. экз./л в течение часа содержание кислорода в воде возрастает на 3,5 мг/л. Определена и величина поглощения кислорода фитопланктоном в темное время суток: в течение часа она снижалась на 0,75 мг/л.

Наблюдения за ихтиофауной рекреационного пруда показывают, что при снижении содержания растворенного кислорода ниже 6 мг/л (при температуре воды от 18 до 24°C), связанного с сокращением уровня развития фитопланктона до 2 млн. экз./л, проявляются следующие негативные явления:

- форель и сиг прекращают питаться;
- осетровые и карповые резко снижают активность питания;
- увеличивается период адаптации завозимой в садки рыбы и ее отход;
- снижаются показатели реализации рыбы ввиду снижения клева.

Подводя итог проведенным исследованиям, можно сделать следующие выводы:

1. Ихтиомасса в пруду рекреационного назначения постоянно в течение года в 2-3 раза превышает конечную величину ихтиомассы, по сравнению с традиционными нагульными прудами аналогичной зоны рыбоводства, а ее величина носит скачкообразный характер, что указывает на высокоинтенсивный уровень эксплуатации водоема.

2. Гидрохимические параметры интенсивно эксплуатируемого рекреационного водоема соответствовали существующим требованиям, благодаря интенсивному развитию в нем фитопланктона.

3. Содержание фитопланктона в вегетационный период может колебаться в широких пределах (от 2 до 30 млн. экз./л), а его состав на 90% представлен диатомовыми водорослями.

4. Содержание кислорода в воде тесно связано с концентрацией фитопланктона. При средней ее величине около 10 млн. экз./л содержание кислорода в воде в течение часа может возрастать на 3,5 мг/л.

В свою очередь сделанные выводы позволили сформулировать практические рекомендации:

1. При интенсивной эксплуатации рекреационного пруда в целях поддержания в нем требуемых значений кислородного режима и других гидрохимических показателей, обеспечивающих хороший клев объектов любительского и спортивного рыболовства, рекомендуется поддерживать содержание фитопланктона в водоеме на уровне не ниже 2 млн. экз./л.

2. В случае падения концентрации фитопланктона ниже вышеназванного уровня рекомендуется осуществлять дополнительную аэрацию водоема не только в ночное, но и в дневное время, а также принять меры к сокращению популяции зоопланктона – основного потребителя микроводорослей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ногинов Е.В. Коммерческое любительское рыболовство на небольших водоемах // Рыбное хозяйство. 1994. № 4. С. 39-43.

2. Розумная Л.А. Любительское рыболовство, как метод рыбохозяйственного освоения малых водоемов средней полосы России: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10. М., 2003. 26 с.

3. Великанов А. Рекреационное рыболовство // Рыбачьте с нами. 2009. № 8. С. 148-153.

4. Каштанов А. Организация рыболовства в Словении // Рыбачьте с нами. 2009. № 9. С. 130-131.

5. Козлов В.И., Абрамович Л.С. Справочник рыбовода // М.: Россельхозиздат, 1980. 220 с.

EFFECT OF PHITOPLANKTON ON FISH IN RECREATION WATER RESERVOIR

A.V. Zhigin, FGBNU "VNIRO", A.P. Burtovoy OOO "F-Traut"

Qualitative and quantitative composition of microalgae and its effect on fish habitat were showed. Species composition, ichthyomass dynamics and hydrochemical regime in the recreation water reservoir were presented.

УДК 597.553.2

ВНУТРИВИДОВАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОПУЛЯЦИЙ АНАДРОМНЫХ РЫБ

В.Н. Иванков, Е.В. Иванкова
Дальневосточный федеральный университет,
690091 г. Владивосток, ул. Суханова, 8, Россия
e-mail: ivankov – bio@mail.ru

В последнее время большое внимание уделяется исследованию внутривидовой темпоральной дифференциации у тихоокеанских лососей в различных районах их размножения [2, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 18].

Изучение темпоральных (сезонных) рас шести видов тихоокеанских лососей показало, что несмотря на различное время нерестовых миграций и нереста (весной, летом, осенью и даже зимой) у них отмечаются две генеральные стратегии размножения. Популяции с ранним нерестом размножаются на участках рек с хорошо выраженным подрусловым потоком, а популяции с более поздним – на ключевых нерестилищах, в местах выхода грунтовых вод. Эти расы было предложено называть соответственно «русловыми» и «ключевыми» расами [6, 7]. У этих рас обнаруживаются также морфологические и существенные генетические различия.

Наследственная обусловленность этих признаков, по мнению ряда авторов [1, 7, 17], свидетельствует о правомочности повышения статуса экологических рас (infraspecies), до уровня экологических подвидов.

Следует отметить, что названия «subspecies» и «infraspecies» в переводе с латинского на русский язык по смыслу очень близки. Среди значений приставки «infra» имеются такие как: «под», «ниже», «меньше» и «позднее». Среди значений приставки «sub» – соответственно «под», «внутри», «вслед за». Единственное различие между subspecies и infraspecies – это форма репродуктивной изоляции. В первом случае изоляция географическая, во втором – экологическая. Следовательно, эти таксоны одного ранга, но в первом случае аллопатрические, а во втором – симпатрические внутривидовые категории. Отсюда и названия эколого-темпоральных рас (экологических подвидов) должны отражать различия не географические, а экологические.

Латинские названия для ключевой расы – fontinalis, для русловой – alvenais. Отсюда следует, что обозначение для ключевой расы, например, кеты – *Oncorhynchus keta fontinalis*, а русловой – *O. keta alvenais*. Соответствующие названия предложено употреблять для эколого-темпоральных рас (экологических подвидов) и у других видов лососей [9]. Это позволит избежать путаницы с многочисленными названиями (более десяти) эколого-темпоральных («сезонных») рас тихоокеанских лососей.

Анализ внутривидовой дифференциации популяций у других таксономических групп анадромных рыб позволил выяснить, что у них также наблюдаются эколого-темпоральные расы, аналогичные таковым у лососей рода *Oncorhynchus*. Они известны у лососевых рода *Salvelinus* – кунджи *S. leucomaenis* и арктического гольца *S. alpinus*. Эти расы также различаются сроками и условиями нереста и морфологическими показателями [15, 16, 17].

Подобные группировки обнаруживаются и у проходных рыб семейства Cyprinidae – у дальневосточных красноперок рода *Tribolodon* [3, 9, 20].

Таким образом, у различных таксонов анадромных рыб отмечается параллельная гомологическая экологическая и темпоральная изменчивость.

Проведённые исследования позволяют сделать вывод о правомочности повышения ранга эколого-темпоральных рас у изученных видов анадромных рыб до уровня экологического подвида.

Необходимо добавить, что учёт сведений о темпоральной и экологической дифференциации популяций анадромных рыб необходим, как было показано ранее [8], при организации оптимального ведения промысла, интродукции и их искусственного разведения

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Берг Л.С. Яровые и озимые расы у проходных рыб // Изв. АН СССР. 1934. № 5. С. 711-732.
2. Волобуев В.В., Марченко С.Л. Тихоокеанские лососи континентального побережья Охотского моря (биология, популяционная структура, динамика численности, промысел): монография. Магадан: МагаданНИРО, 2011. 303 с.
3. Гриценко О.Ф. Проходные рыбы острова Сахалин. Систематика, экология, промысел. – М.: Изд-во ВНИРО. 2012. 248 с.
4. Заварина А.О. Морфобиологическое описание «весенней» формы кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) бассейна реки Камчатки // Исследование биологии и динамики численности промысловых рыб западнокамчатского шельфа. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 1995. Вып. 3. С. 120-124.
5. Зорбиди Ж.Х. Кижуч азиатских стад: монография. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2010. 306 с.
6. Иванков В.Н. Внутривидовая дифференциация и популяционная организация горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в различных частях ареала // Изв. ТИНРО. 2011. Т. 167. С. 101-109.
7. Иванков В.Н., Иванкова Е.В. Внутривидовые репродуктивные стратегии у тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* (фундаментальные сходства и видовые различия) // Изв. ТИНРО. 2013. Т. 173. С. 103-118.
8. Иванков В.Н., Иванкова Е.В. Влияние антропогенного воздействия на внутривидовую эколого-темпоральную дифференциацию и структуру популяций тихоокеанских лососей // Изв. ТИНРО. 2015. Т. 181. С. 23-34.
9. Иванков В.Н., Иванкова Е.В. Экологические подвиды и локально-темпоральные популяции анадромных рыб // Вопр. ихтиол. 2016. Т. 56 (в печати).
10. Каев А.М. Некоторые вопросы динамики стада горбуши в связи с ее темпоральной структурой // Бюлл. № 5 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». – Владивосток: ТИНРО-центр, 2010. С. 89-96.
11. Кузищин К.В., Груздева В.А., Савваитова К.А. и др. Сезонные расы кеты *Oncorhynchus keta* и их взаимоотношения в реках Камчатки // Вопр. ихтиол. 2010. Т. 50, № 2. С. 202-215.
12. Кульбачный С.Е., Иванков В.Н. Темпоральная дифференциация и условия размножения кеты *Oncorhynchus keta* (Salmoniformes: Salmonidae) бассейна реки Тугур (Хабаровский край) // Вопр. ихтиол. 2011. Т. 51, № 1. С. 70-79.
13. Марченко С.Л. Особенности биологии и популяционная структура горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) северного побережья Охотского моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2004. 24 с.
14. Николаева Е.Т., Овчинников К.А. О внутривидовой структуре кеты *Oncorhynchus keta* на Камчатке // Вопр. ихтиол. 1988. – Т. 28, вып. 3. – С. 493-497.
15. Пробатов А.Н. Данные по биологии гольца *Salvelinus alpinus* (L.) // Уч. зап.

Калининградск. ГУ. 1971. Вып. 6. С. 24-30.

16. Савваитова К.А. Экология и систематика пресноводных гольцов рода *Salvelinus* [Nilson] Richardson некоторых водоёмов Камчатки // Вопр. ихтиол. 1973. Т. 13, вып. 1 (78). С. 67-78.

17. Савваитова К.А. Арктические гольцы (структура популяционных систем, перспективы хозяйственного использования). М.: Агропромиздат. 1989. 223 с.

18. Смирнов А.И. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. М.: Изд-во МГУ. 1975. 336 с.

19. VcGregor A.J., Lane S., Welch D.W. et al. Migration timing, a life history trait importansin in the genetic structure of pink salmon // North. Pacif. Anadr. Fiah. Comm. Bull. 1998. № 1. P. 262-273.

20. Nakamura M. Cyprinid fishes of Japan – stadies on the life – history of cyprinid fishes of Japan. Tokio: Res. Inst. Nat. Resources. 1969. 315 p.

INTRASPECIFIC DIFFERENTIATION OF ANADROMOUS FISH POPULATIONS

V.N. Ivankov, E.V. Ivankova

The study of the temporal races six species of Pacific salmon has shown that they observed two general breeding strategy. Studies have lead to the conclusion increase competence rank ecological and temporal races in the studied species of anadromous fish to the level of environmental subspecies.

УДК 582.273-15 (265.54)

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ГРУНТА НА НАКОПЛЕНИЕ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АНФЕЛЬЦИЕЙ ТОБУЧИНСКОЙ ЗАЛ. ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

И.А. Кадникова, Т.И. Вишневская, Н.М. Аминина, Л.Т. Ковековдова, Д.П. Кику
Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр
(ФГБНУ «ТИНРО-Центр»)
г. Владивосток, Россия, e-mail: kadnikova@tinro.ru

Морские водоросли наиболее адекватно отражают геохимию окружающих вод и грунта, накапливая при этом не только тяжелые металлы, но и другие токсичные вещества [Капков, 2003; Христофорова, 2012]. Это позволяет проследить накопление в растениях токсичных элементов в зависимости от степени загрязнения грунта и водной среды.

Основные запасы анфельции тобучинской (*Ahnfeltia tobuchiensis*) прибрежных вод Приморского края сосредоточены в проливе Старка, бухтах Баклан, Перевозная и Троица (Японское море) [Суховеева, Подкорытова, 2006]. Данные акватории подвержены значительному антропогенному загрязнению вследствие работы различных промышленных и сельскохозяйственных предприятий, а также деятельности крупных торговых портов Владивостока и Славянки. Это может негативно сказываться на качестве сырья, направляемого на промышленную переработку [Вишневская и др., 2014; Кадникова и др., 2014; Конева и др., 2015].

Исследование элементного состава грунтов в местах залегания пластов анфельции тобучинской показало, что они обогащены металлами с переменной валентностью, в первую очередь железом, марганцем и цинком (табл. 1). Содержание типичных экотоксикантов - кадмия, свинца и никеля - составило 0,03-0,06; 1,1-8,6; 0,4-5,0 мг/кг (на сухую массу), соответственно, в зависимости от места сбора грунта. Количество мышьяка в массе грунта изменяется от 2,7 до 7,7 мг/кг сухой массы. Абсолютное содержание тяжелых металлов в

пробах грунтов подчиняется следующей закономерности: $Cd, Hg < Ni < Cu < Pb < As < Zn < Mn < Fe$ (таблица 1).

Таблица 1 – Элементный состав грунтов из разных мест зал. Петра Великого (Японское море)

Место сбора грунта	Содержание, мг/кг сухой массы								
	Mn	Ni	Zn	Fe	Cu	Cd	Pb	As	Hg
Бух. Троица	57,5	2,0	75,0	1767,0	5,9	0,03	2,0	6,2	0,035
Бух. Баклан	37,5	1,7	22,5	1674,0	2,8	0,04	1,1	2,7	0,006
Бух. Ильмовая	120,0	5,0	87,5	1740,0	5,4	0,05	3,1	7,7	0,023
Бух. Перевозная	90,0	5,0	97,5	1746,0	9,0	0,06	2,0	7,2	0,034
Прол. Старка	40,0	0,4	20,0	1611,0	2,6	0,05	8,6	7,7	0,030

Оценка содержания токсичных элементов в анфельдии показала, что их накопление определяется местом сбора. Наибольшее количество свинца и мышьяка накапливается в водорослях в бух. Перевозной (19,0 и 59,0 мг/кг, соответственно), наименьше – в бух. Ильмовой (6,0 и 5,0 мг/кг, соответственно) (рисунок 1, 2).

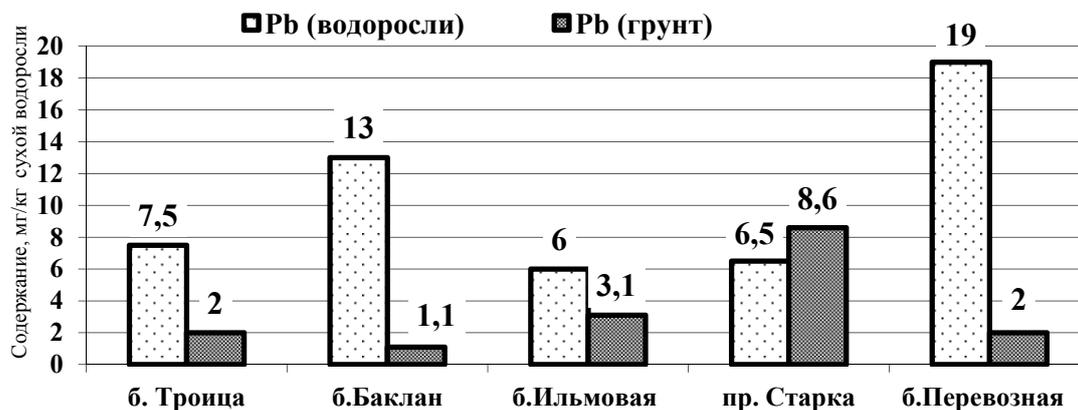


Рисунок 1– Содержание свинца в анфельдии тобучинской и грунте

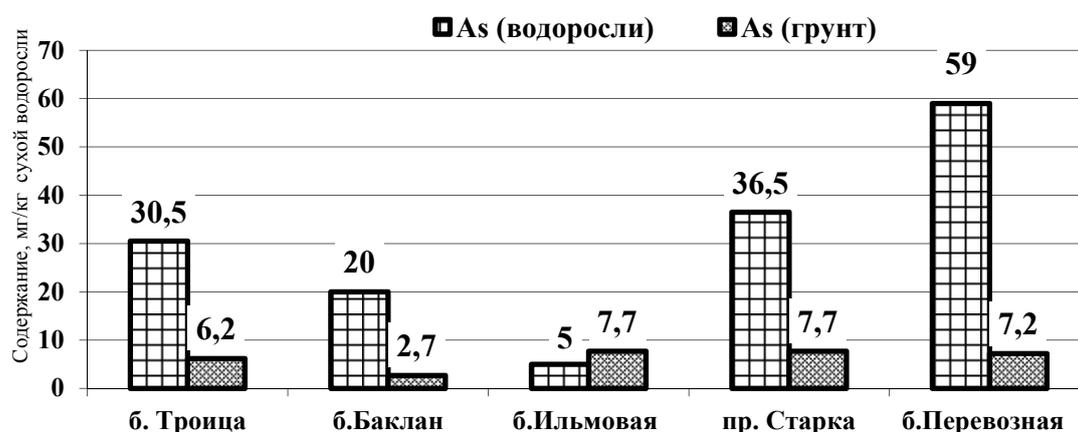


Рисунок 2 – Содержание мышьяка в анфельдии тобучинской и грунте

Содержание кадмия в водорослях варьирует от 0,3 мг/кг в бух. Ильмовой до 0,8 мг/кг в бух. Перевозной (рисунок 3).

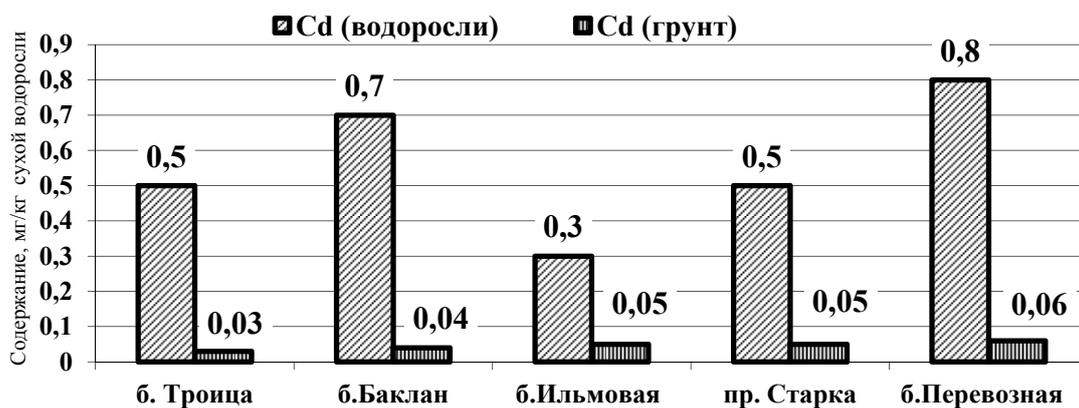


Рисунок 3 – Содержание кадмия в анфельции тобучинской и грунте

Содержание токсичных элементов в анфельции тобучинской выше, чем в грунтах из мест её произрастания (рисунок 1, 2, 3). Концентрация свинца в водорослях превышает его количество в грунтах в 3,8-11,8 раз в зависимости от места сбора, за исключением анфельции из прол. Старка, где содержание свинца в грунте оказалось выше, чем в водоросли (рис.1). Уровень концентрации мышьяка в анфельции выше в 7,4-8,2 раза, чем в грунте. В этом случае исключение составляет грунт из бухты Ильмовой, где содержание мышьяка в 1,5 раза выше, чем в водорослях (рисунок 2). Количество кадмия в анфельции на порядок больше его содержания в грунтах (рисунок 3). Прямой взаимосвязи между количеством токсичных элементов в водоросли и месте её обитания не обнаружено. По-видимому, накопление токсичных элементов анфельцией определяется не только их количеством в донных отложениях, но и другими факторами - растворимостью, подвижностью металлов, что влияет на процесс их извлечения из среды и аккумуляирования водорослями.

Таким образом, прямого влияние элементного состава грунтов на накопление токсичных элементов водорослями не установлено. Самые высокие концентрации токсичных элементов отмечены для водорослей из бух. Перевозной, а для грунтов - из прол. Старка и бух. Ильмовой. В большинстве случаев в водорослях содержание токсичных элементов выше, чем в грунтах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вишневская Т.И. Свинец, кадмий и мышьяк в промышленных водорослях Японского моря / Т.И. Вишневская, И.А. Кадникова, О.Н. Гурулева, Е.Л. Конева, Н.М. Аминина // Экологическая Химия.- 2014.- 23(4). С. 198–201.
2. Кадникова И.А. Эколого-химические исследования промышленных водорослей прибрежных вод Приморского края (Японское море)/ И.А. Кадникова, Т.И. Вишневская, О.Н. Гурулева, Е.Л. Конева, Н.М. Аминина / Материалы Международной конференции «Экологическая физиология водных фототрофов: распространение, запасы, химический состав и использование», III Сабининские чтения - Часть 1. 2014. [Электронный ресурс]. Режим доступа. URL: <http://algology.ru/600> (дата обращения 30.03.2016).
3. Капков В.И. Водоросли как биомаркеры загрязнения тяжёлыми металлами морских прибрежных экосистем.: автореф. дисс... д-ра биол. наук : 03.00.18 / Капков В. И.; МГУ.- Москва, 2003.48 с.
4. Конева Е.Л. Промысловые водоросли Японского моря в системе мониторинга токсичных элементов / Е.Л. Конева, Н.М. Аминина, И.А. Кадникова, Т.И. Вишневская, О.Н. Гурулева, А.М. Рогов / Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: материалы 5 всероссийской научно-практической конференции/ П-Камчатский, 2015. С. 86-90.
5. Суховеева М.В. Промысловые водоросли и травы Дальневосточных морей: биология, распространение, запасы, технологии переработки / М.В. Суховеева, А.В.

Подкорытова. Владивосток.: ТИНРО-Центр, 2006. 243 с.

6. Христофорова Н.К. Бурые водоросли-макрофиты как индикаторы загрязнения вод бухты Рудной тяжелыми металлами/ Н.К. Христофорова, А.Д. Кобзарь// Известия ТИНРО. 2012. т.168. С. 220-231.

INFLUENCE OF GROUND MINERAL COMPOSITION ON ACCUMULATION OF TOXIC ELEMENTS BY THE *Ahnfeltia tobuchiensis* FROM PETER THE GREAT BAY (JAPAN SEA)

I.A. Kadnikova, T.I. Vishnevskaya, N.M. Aminina

Mineral compositions of the soils and the *Ahnfeltia tobuchiensis* in places of its harvesting were studied (Peter the Great Bay, Japan Sea). Influence of the soil elemental composition on the toxic elements accumulation of algae is not found.

УДК 504.3.054(470)

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА АКВАТОРИИ СЕВАСТОПОЛЬСКОГО РЕГИОНА

Ю.Ю.Климова, М.А.Косовская, Т.К.Хренова
Севастопольский государственный университет

Качество атмосферного воздуха является важнейшим экологическим фактором, определяющим здоровье населения и состояние экосистем, что особенно значимо для Черноморского побережья России, являющимся рекреационным районом.

В соответствии с Федеральным Законом «Об охране атмосферного воздуха» под атмосферным воздухом понимается «жизненно важный компонент окружающей природной среды, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных».

По данным Всемирной Организации Здравоохранения, увеличение в атмосферном воздухе из года в год концентраций таких загрязняющих веществ, как SO₂, NO₂, CO и др. является причиной роста соматических заболеваний. В России первое место в структуре общей заболеваемости удерживают болезни органов дыхания [7].

Также анализ данных официальной статистики показал, что в течение многих лет для Крымского полуострова, в целом, и для Севастополя, в частности, характерным является высокий уровень заболеваемости органов дыхания. Был отмечен постоянный рост количества случаев данных заболеваний среди детского населения, что, возможно, связано с экологической напряженностью в регионе. Помимо того, что они занимают первое место среди заболеваемости и лидирующие позиции по распространенности у населения различных возрастных групп, патология дыхательной системы часто является индикатором экологического неблагополучия [3, 6].

Наиболее значимыми местными источниками аэрополлютантов Севастополя является автотранспорт и теплоэнергетический комплекс (ТЭК). Коммунальная инфраструктура Севастопольского региона характеризуется значительным количеством автономных котельных малой мощности с низким КПД и отсутствием пылегазоочистных установок.

Необходимо отметить, что в последние годы в г. Севастополе заметно вырос автотранспортный поток. Так, по данным ГИБДД, в 2000 году парк зарегистрированных в городе автомобилей, составлял 18 тыс. единиц, а уже на 31 декабря 2014 года в городе насчитывается 112 тыс. единиц автотранспорта. В работе [2] отмечается, что автомобильный транспорт вносит наибольшее загрязнение воздушной среды г. Севастополя и доминирующим загрязнителем атмосферы, наиболее опасным (учитывая его объемы) является оксид углерода.

По данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по городу Севастополю (Севастопольстат) в 2014 году суммарные выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников в атмосферный воздух на территории города Севастополя составили 1,462 тыс. тонн и уменьшились в сравнении с 2013 годом на 43,7 %.

В большей степени загрязняют воздушный бассейн следующие предприятия: АО «Балаклавское рудоуправление им. А.М. Горького» – 12,32 %; ГУП города Севастополя «Водоканал» – 10,52 %; ГУП города Севастополя «Севтеплоэнерго» – 27,92 %; ООО «СГС Плюс» – 2,11 %; ООО «Югторсан» – 1,03 %.

От автотранспорта и от выбросов централизованных и индивидуальных источников теплоснабжения, с дождевой водой и снегом в воды акватории Севастопольского региона поступают такие загрязняющие вещества, как нефтяные и хлорированные углеводороды, соединения меди, свинца, кадмия, другие химические элементы. В составе поллютантов в воздушном бассейне Севастополя преобладают: пыль неорганическая, сернистый ангидрид, оксид углерода, оксид и диоксид азота. Воздушные массы насыщают осадки такими загрязняющими веществами нефтяного генезиса, как бензин, метан, гексан, ксилол, сольвент - нефтя и др.

В работе [1] рассчитан суммарный (интегральный) индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) рекреационных территорий от одиночных источников (J_m). Расчет усредненной за рассматриваемый период (отопительный сезон) концентрации j -го вещества в воздушном бассейне рекреационных территорий выполнялся в соответствии с [4, 5]. Получен $J_m = 3,04$, что соответствует уровню слабозагрязненной атмосферы. Но следует обратить внимание, что в данном случае при расчете не учитывалось влияние выбросов автотранспорта и предприятий, расположенных вблизи рекреационных объектов, которые находятся в прибрежной зоне Севастопольского региона.

Так, например, 3 декабря 2012 года автоматическая система экологического мониторинга «ГИС-атмосфера» зафиксировала очень высокий уровень загрязнения воздушного бассейна в г. Севастополе [8]. С 7 утра и до 18.00 продолжался стремительный рост уровня загрязнения воздуха. На графике динамики индекса загрязнения атмосферы отмечен рост с 4 до 25 единиц ИЗА (рисунок 1).

Несомненно, что проблема загрязнения воздушного бассейна акватории Севастопольского региона актуальна не только для жителей г.Севастополя, но и для его фауны, которая включает в себя, как и на всем Крымском полуострове, значительное количество реликтов средиземноморского происхождения. Многие из этих видов представлены количеством особей, которые создают небольшие популяции. За последние десятилетия в результате эвтрофикации и загрязнения прибрежных районов моря токсичными веществами ихтиофауна претерпела серьезные негативные изменения.

В водах акватории Черного моря обитают: черноморские дельфины афалина, азовка и белобочка, темный и светлый горбыль, каменный, травяной и мраморный крабы. Из рыб наиболее распространены – камбала калкан, кефаль, ставрида черноморская, морской окунь (смарида), многочисленные бычки и другие.

Общее количество охраняемых видов фауны составила 186, в том числе занесенных в: приложения Бернской конвенции – 75 ед.; приложения Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (CITES) – 22 ед.; приложения Конвенции о сохранении афро-евразийских мигрирующих водно-болотных птиц CMS – 16 ед.; приложения Конвенции о сохранении мигрирующих видов животных АЕWA – 34 ед.; приложения Конвенции о сохранении мигрирующих видов животных EUROBATS – 19 ед.; Европейский красный список – 23ед.



Рисунок 1 - Суточная динамика ИЗА в г. Севастополе 3 декабря 2012 года

В 2016 году, в целях привлечения внимания общества к вопросам экологического развития Российской Федерации, сохранения биологического разнообразия и обеспечения экологической безопасности, президентом РФ В.В. Путиным был подписан Указ о проведении в 2017 году в Российской Федерации Года экологии.

В соответствии с Основами государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года стратегической целью является сохранение благоприятной окружающей среды, реализация права каждого человека на благоприятную окружающую среду, обеспечение экологической безопасности.

Исследование загрязнения воздушного бассейна акватории Севастопольского региона имеет большое значение с целью разработки природоохранных мероприятий по снижению антропогенной нагрузки от автотранспорта и ТЭК, обеспечения принятия научно обоснованных решений в сфере сохранения биологического разнообразия и использования природных ресурсов. Улучшение качества окружающей среды положительно отразится на рекреационном потенциале г. Севастополя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Климова Ю.Ю. Макаров В.В., Баландович А.Д. Снижение техногенной нагрузки на атмосферный воздух рекреационных территорий Украины при сезонном ГВС // Сборник научных трудов СНУЯЭиП, 2013. Вып. 3(47). С.63-70.
2. Корчмит Ю.В. Загрязнение природной среды города Севастополя: справочно - методическое пособие. Часть 1 / Ю.В. Корчмит, А.А. Леонов. – Севастополь, 2009. – 172 с.
3. Максимова Т.М. Социальный градиент в формировании здоровья населения. М.: PerSe, 2005. 240 с.
4. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 68 с.
5. Руководство по контролю загрязнения атмосферы РД 52.04.186–89. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 693 с.
6. Сафронова Н.С. Анализ заболеваемости и распространенности болезней органов дыхания у населения Крыма // Журнал научных статей «Здоровье и образование в XXI веке» / Journal of scientific articles "Health and Education Millennium" 2015. Vol.17. № 3. С.27-31.
7. Щербакова Е.М. Заболеваемость населения России, 2013-2014 годы // Демоскоп Weekly. 2015. № 637-638 [Электронный ресурс]. URL: <http://demoscope.ru/weekly/2015/0637/barometer637.pdf> (дата обращения: 25.02.2016).
8. Требования для работы с системой "ГИС - АТМОСФЕРА" [Электронный ресурс]. URL: <http://gis-atmosfera.moreprom.ru/> (дата обращения: 25.02.2016).

PROBLEM OF AIR POLLUTION IN THE SEVASTOPOL REGION

Yu. Klimova, M. Kosovskaya, T. Khrenova

The problem of air pollution in the Sevastopol region is considered. It is actual as for city inhabitants (respiratory health, traffic load, pollution emission, etc.), as also for fauna which is undergoing a decline in biodiversity. The air state improves recreational attraction of Sevastopol.

УДК 551.467.3.03:504 (98)

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЙ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА КАК ФАКТОРЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

А.В. Косенко

ФГОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет». Санкт-Петербург, 195196, Малоохтинский пр. д.98

angelinakosen@mail.ru

Изучение колебаний климата на планете, их причин и возможных следствий стало одним из приоритетных направлений в научных и прикладных задачах исследований в России и в большинстве зарубежных стран. Климатические изменения и связанные с ними процессы изменения температурного режима воздуха, воды, параметров ледового покрова, показателей биопродуктивности оказывают существенное влияние на работу большинства отраслей экономики морехозяйственного комплекса регионов Российской Федерации.

Целью исследования является установление основных особенностей и прогноз многолетней динамики изменений ледового покрова морей Арктики, а также оценка степени и характера влияния параметров ледового покрова на морехозяйственный комплекс.

Для России данная проблема в особенности актуальна, так как большая часть минеральных, углеводородных ресурсов страны располагается в областях с суровым климатом криолитозоны и арктического шельфа. Для интенсивного устойчивого развития экономики России необходим анализ текущих климатических изменений.

В соответствии с Планом реализации «Морской доктрины Российской Федерации до 2020 г.», утвержденной указом Президента РФ № ПР-1387 от 27.07.2001г., задачами Национальной морской политики, а также «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года», утвержденной Президентом РФ в феврале 2013 г. большое внимание уделяется освоению углеводородных ресурсов морей российского арктического шельфа, прежде всего в районах Баренцева и Карского морей.

В арктической зоне сосредоточены основные запасы ряда важнейших полезных ископаемых, которые являются определяющими для развития экономики России. Разведанные запасы газа промышленных категорий там составляют 80 % общероссийских. В Арктике сосредоточено 90 % извлекаемых ресурсов углеводородов всего континентального шельфа Российской Федерации, в том числе 70 % – на шельфе Баренцева и Карского морей. Прогнозируется наличие углеводородов и в глубоководной части Северного Ледовитого океана в количестве 15 – 20 млрд. тонн условного топлива.

В арктических районах сконцентрирована добыча природного газа, апатитового концентрата, многих стратегически важных цветных и драгоценных металлов (никель, медь, кобальт и другие). Здесь производится продукция, обеспечивающая получение около 15 % национального дохода России и составляющая до 25 % объема общероссийского экспорта. Северный морской путь (СМП), как национальная транспортная коммуникация России в

Арктике, обеспечивает функционирование транспортной инфраструктуры в труднодоступных районах морей и побережья Крайнего Севера, образуя единую систему перемещения на запад и восток страны каботажных и экспортных грузов.

Вопросы экологической безопасности Арктики приобретают особое значение в связи с повышенной уязвимостью окружающей природной среды, интенсификацией освоения природных ресурсов, переходом России к модели устойчивого развития в интересах нынешнего и будущих поколений. Биологические ресурсы Арктики служат основой жизнедеятельности коренных малочисленных народов Севера, их хозяйственного уклада и культуры. Полярные области располагают уникальными экосистемами, не имеющими аналогов в мире. Там произрастают редкие растения и обитают животные, являющиеся частью генофонда Земли. Поэтому Полярные области играют большую роль в сохранении экологического равновесия на планете.

Климатические и океанологические условия в Арктике подвержены весьма значительной временной и пространственной изменчивости. Экосистемы морей и побережий российского арктического шельфа отличаются высокой чувствительностью и уязвимостью к техногенному воздействию. В силу этих обстоятельств соблюдение требований российских и международных природоохранных норм и Конвенций при строительстве и эксплуатации различных морских хозяйственных объектов является одним из базовых условий успешной реализации промышленного освоения региона.

Ледовитость и её изменчивость являются важным интегральным показателем климата и его колебаний. В работе подробно рассмотрены особенности ледового режима следующих морей: Гренландского, Баренцева, Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского.

Установлено, что долгопериодные изменения ледовитости арктических морей от Баренцева моря до Восточно-Сибирского определяются интенсивностью циркуляции атмосферы над Северной Атлантикой.

Подробно рассмотрен механизм влияния Арктического антициклона на ледовитость арктических морей.

Произведена оценка степени и характера влияния центров действия атмосферы на термический режим и ледовитость Баренцева, Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского морей, а также Гренландского моря.

Установлены важнейшие особенности влияния параметров ледового покрова на функционирование морехозяйственного комплекса в важнейших районах РФ.

Произведена разработка долговременных прогностических сценариев изменения термического режима и ледовитости морей Арктики под влиянием климатических колебаний.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Воробьев В.Н., Смирнов Н.П. Арктический антициклон и динамика климата Северной Полярной области СПб.: Изд. РГГМУ, 2003. 82 с.
2. Смирнов Н.П. Северо-Атлантическое колебание и климат. / В.Н. Воробьев, С.Ю. Качанов. СПб.: Изд. РГГМУ, 1998. 122 с.
3. Воробьев В.Н., Дроздов В.В., Митько В.Б., Куприна Е.Э., Косенко А.В. Экологические и гидрометеорологические проблемы развития промышленного освоения ресурсов нефти и газа на шельфе морей российской Арктики и пути их решения // Экология и промышленность России, № 2. Т. 19. М.: 2015. С. 50 – 55.
4. Дроздов В.В., Смирнов Н.П., Митько В.Б., Куприна Е.Э., Косенко А.В. Перспективы развития добычи углеводородных ресурсов на шельфе Баренцева и Карского морей – возникающие экологические проблемы и пути их решения // Ученые записки РГГМУ. № 36. СПб.: Изд. РГГМУ. 2014. С. 94 – 111.

ASSESSMENT AND FORECAST OF ICE CONDITIONS OF THE POLAR REGIONS AS FACTORS TO ENSURE ENVIRONMENTAL AND TECHNICAL SAFETY

A. V. Kosenko
«Russian state hydrometeorological University».
Saint-Petersburg, Malookhtinsky prospect, 98.
angelinakosen@mail.ru

Evaluated the extent and nature of influence of the centers of action of atmosphere on the thermal regime and sea ice cover of the Barents, Kara, Laptev, East Siberian, Chukchi seas, and the Greenland sea. Installed the most important features of influence of parameters of an ice cover on the marine economic complex functioning in the most important areas of the Russian Federation. Developed long-term predictive scenarios of change in thermal regime and ice cover of the seas of the Arctic are influenced by climatic fluctuations.

УДК 556.51(55)(08)

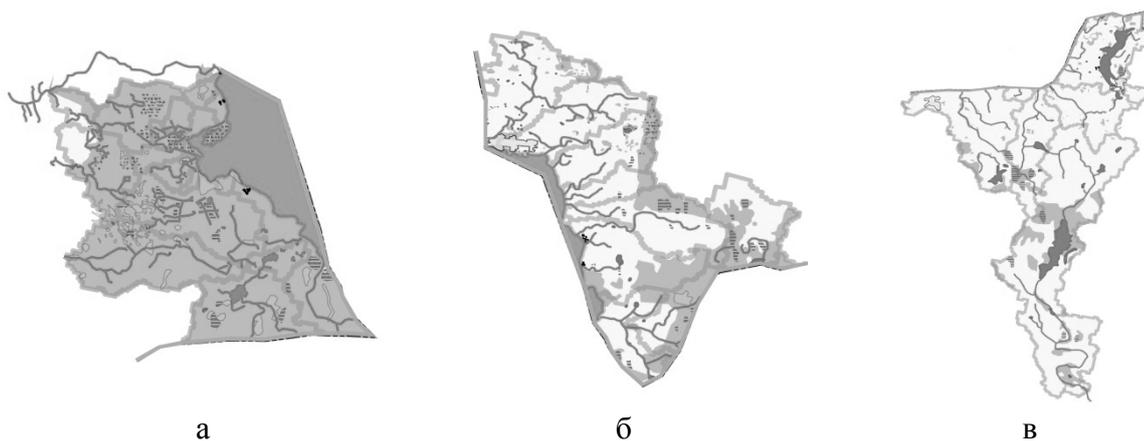
ИСТОЧНИКИ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ОЗЕРО ВИШТЫНЕЦКОЕ В ПРЕДЕЛАХ ЕГО ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА

Кривоpuskova E.B., Соколов A.B., к.б.н. доцент
ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»
г. Калининград, Россия, e-mail: *katekrivopuskova@gmail.com*

Увеличивающиеся в последние десятилетия темпы урбанизации естественных территорий вызывают все большую обеспокоенность влиянием этих процессов на природные комплексы и экосистемы. Наибольшее влияние процессы антропогенной модификации природных территорий оказывают на водные экосистемы, воздействуя на водный объект, как на прямую, так и опосредовано через водосборные бассейны. Особенно остро проблема антропогенного влияния на водосборную площадь ощущается при разработке планов развития прибрежных территория трансграничных водоемов и водотоков. Одним из таких примеров является озеро Виштынецкое.

Виштынецкое озеро представляет собой трансграничный водоем, располагающийся на юго-востоке Калининградской области. Это единственный крупный пресноводный водоем на территории области входящий в состав Вармино-Мазурской озерной области, и располагающийся на окраине Виштынецко-Сувалкской возвышенности на высоте 170 м над уровнем моря. Кроме выше указанного, по акватории озера проходит государственная Российско-Литовская граница [1].

Водосборная площадь озера составляет 281,9 км². Водосборный бассейн собирает сток с территории трех соседствующих государств: Российской Федерации, Республики Польша и Литовской республики. Данная особенность в совокупности с социально-экономическими и экологическими данными позволило выделить в пределах водосборной площади Виштынецкого озера три суббассейна (рисунок 1), различающиеся как по уровню трансформации естественного ландшафта, формирующего естественную нагрузку на водоем, так и по уровню урбанизации, которая в свою очередь является источником прямой и косвенной антропогенной нагрузки. Границы выделенных областей в пределах водосборного бассейна совпадают с государственными границами.



а – первый суббассейн (российская территория); б – второй суббассейн (литовская территория); в – третий суббассейн (польская территория)

Рисунок 1 – Суббассейны, выделенные в границах общей водосборной площади озера Виштынецкого.

Первая выделенная область водосборного бассейна – первый суббассейн - озера Виштынецкого располагается в пределах территории Российской Федерации. Он занимает около одной четверти от всей водосборной площади.

Согласно данным Н.С. Белова [2] эта территория характеризуется как территория со слабой степенью остроты геоэкологической ситуации. Для нее характерна высокая лесистость (97%), хорошо развитая гидрографическая сеть, средняя степень заболоченности территории (10%). Степень сельскохозяйственной освоенности низкая (распаханность 0,5-1%), в основном это подсобные хозяйства на территории трех сельских поселений (5 хуторов). В границах описываемой области отсутствуют населенные пункты и промышленные предприятия. В прибрежной части в последние пять лет активно развивается рекреационная зона. В общей сложности на побережье функционируют пять баз отдыха способные единовременного размещения до 300 человек и один детский оздоровительный лагерь с возможностью принятия до 200 человек за смену.

В настоящее время на выше описанной территории реализуется план развития экологического туризма. С 2010 года выделенная область в составе еще 22 тыс. га вошла в состав природного парка «Виштынецкий». С этого периода началось активное освоение рекреационного потенциала российской прибрежной территории озера Виштынецкого.

Ежегодно наблюдается планомерное увеличение организованного туристического потока (на 7-10% ежегодно). В общей сложности за рекреационный сезон (с мая по август) на территории рассматриваемого суббассейна в среднем, согласно ориентировочным расчетам, отдыхает до 25 тыс. чел (208 чел/сут.).

Формально оказываемое воздействие от данного вида хозяйственной деятельности туристов минимально в виду наложенных природоохранных ограничений. Оценка реальных последствий от интенсификации рекреационной деятельности невозможна. Однако в период летних мониторинговых исследований на некоторых станциях вблизи баз отдыха наблюдается избыточный рост сине-зеленых водорослей, а забор проб на этих же станциях в зимний период, когда развитие фитопланктона угнетено низкими температурами, показал превышение некоторых гидрохимических показателей в несколько раз в сравнении с ПДК.

С ростом рекреационной привлекательности данной территории неконтролируемо увеличивается доля неорганизованного туристического потока (составляют до 70% от всего туристического потока). Развитие рекреационной зоны и увеличивающийся поток туристов приводит к увеличению поступления органики и биогенных веществ. Так в рамках ежегодного мониторинга экосистемы озера Виштынецкого отмечается увеличение

количества биогенных элементов прибрежной части в особенности вблизи туристических баз отдыха, увеличивается процент акватории озера занятой высшей водной растительностью.

Второй суббассейн располагается в границах литовской части водосбора. К этой области относится вторая четверть водосборной площади. Данная территория представляет собой холмистую область с относительно низкой степенью лесистости (10-15%), низкой степенью заболоченности. В основном заболоченные территории приурочены к лесным массивам на юго-востоке и юге вблизи российско-литовской границы. В прибрежной зоне располагаются две крупных базы отдыха и населенный пункт Виштитис (численность населения 436 человек).

Степень сельскохозяйственной освоенности данного района можно было определить как высокую до 1992 года (распаханность 75-80%). С 1992 данная территория вошла в состав регионального парка «Виштитис», что привело к ограничению сельскохозяйственной деятельности.

Главными источниками антропогенной нагрузки для описываемого суббассейна являются рекреационная деятельность человека в прибрежной зоне и хозяйственная деятельность в пределах населенного пункта Виштитис. Основными источниками нагрузки от населенного пункта, несмотря на не высокую численность населения, являются смывы с городской территории и приусадебных территорий.

Третий суббассейн совпадает с границами водосборного бассейна озера Виштынецкого на территории Республики Польша. Площадь этого суббассейна составляет почти 52% от всей водосборной площади озера. Это наиболее высоко урбанизированная территория по сравнению с предыдущими двумя суббассейнами (плотность населения 30 чел/км², присутствует хорошо развитая дорожная сеть). Лесистость этого района не превышает (5-7%), при этом леса представлены не крупными массивами, разряженными посадками.

На территории данного суббассейна располагается два относительно крупных населенных пункта: города Вижайны и Житкейми, также около десятка небольших сельских поселений (около 30 сельских поселений и примерно 40 хуторов).

Сельскохозяйственная освоенность территории высокая. Более 70% территории занимают сельскохозяйственные поля, животноводческие комплексы и агрофермы. К основным выращиваемым сельскохозяйственным культурам в данном суббассейне относят: злаковые, рапс, кукуруза. В животноводстве до 90% занимают крупный рогатый скот.

Наличие в подрайоне двух крупных водоемов (оз. Вижайны и оз. Ханча) позволило развитию большой рекреационной зоны вокруг них (в прибрежных зонах озер располагается 10 баз отдыха способных к одновременному размещению до 300 человек), а высокий интерес в последнее пятилетие к агротуризму спровоцировал репрофилированию более 128 фермерских хозяйств в базы отдыха в этом направлении.

Используя шкалу оценки интенсивности антропогенной нагрузки предложенную в работах И.Д. Рябкиной и Н.В. Стоящевой [3], все подбассейны можно расположить на разных иерархических уровнях интенсивности антропогенного воздействия на водосборную площадь. Наиболее низкая интенсивность характерна для первого подбассейна, интенсивность нагрузки на который в целом оценивается как очень низкая. Однако в прибрежной части в пик рекреационного сезона это значение может сдвигаться к показателю «пониженная».

Интенсивность антропогенной нагрузки на второй суббассейн в целом оценивается как «пониженная». Однако для прибрежной части этой территории этот показатель можно оценить как «средняя» интенсивность, что связано с высоко концентрированной хозяйственной деятельностью в этом районе.

Наибольшая интенсивность антропогенной нагрузки предполагается в пределах третьего суббассейна. Интенсивность антропогенной нагрузки оценивается как «высокая».

В целом для всего водосборного бассейна интенсивность антропогенной нагрузки оценивается как «средняя», что подтверждается сдвигом в последние десятилетие некоторых

гидрохимических и гидробиологических показателей в сторону повышения уровня трофности. В тоже время интенсивное развитие рекреационной зоны в российской части прибрежной части акватории Виштынецкого озера может спровоцировать сдвиг этого показателя к сторону увеличения (к уровню «повышенная») и ускорить процессы эвтрофирования водоема.

Проведенный анализ позволяет скорректировать и расширить программу мониторинга антропогенного влияния на экосистему озера Виштынецкого, а также может использоваться как основа для расчета биогенной нагрузки с водосборного бассейна на исследуемый водоем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Географический атлас Калининградской области/ КГУ ; гл. ред. : В. В. Орленок . - Калининград : КГУ, 2002. 276 с.
2. Оценка геоэкологической ситуации в речных бассейнах Калининградской области с применением геоинформационных технологий: автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. геогр. наук: 25.00.36 / Н. С. Белов. - Калининград : [б. и.], 2011. 23 с.
3. Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В. Оценка антропогенной нагрузки на водосборные территорию верхней и средней Оби // Мир, культуры, образования, 2010. №6(25). С. 295-299.

SOURCE OF ANTHROPOGENIC LOAD INTO THE LAKE VISHTYNETSKOE WITHIN ITS CATCHMENT AREA

Krivopuskov EV, Sokolov AV

A study of the catchment basin of Lake Vishtynetskoe allowed to allocate on its territory three sub-basin, that different in various levels of anthropogenic transformation of landscapes and anthropogenic load on lake in general.

УДК 574.2:598.252

О КОЛИЧЕСТВЕННОМ МЕТОДЕ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ВАЛЕНТНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ОТРЯДА ГУСЕОБРАЗНЫЕ (ANSERIFORMES)

С.В. Малько канд. биол. наук, доцент кафедры «Экология моря»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Керченский государственный морской технологический университет»
г. Керчь, Россия, sergmalko@rambler.ru

В настоящее время существует множество путей определения состояния популяций; все они, как правило, требуют сложных и трудоемких исследований. Во-первых, необходимо получить какой-то объем сведений во времени (то есть иметь несколько разнесенных во времени достаточно объемных выборок, характеризующих физиологическое состояние однородных половозрастных групп); во-вторых, требуется знание динамики численности популяции с целью определения ее тенденции. Так, надежным инструментом для оценки состояния популяции и прогноза изменений было бы исследование ее генофонда (высокая гетерозиготность популяции - гарантия ее экологической лабильности, то есть возможности адаптироваться к разнообразным условиям). Однако анализ генотипов - крайне сложная и объемная работа и вряд ли экологи в будущем смогут широко использовать этот метод.

Следовательно, необходима разработка достаточно надежного и, вместе с тем, относительно методически легко получаемого критерия для количественной оценки

состояния популяций, с целью как рационального использования ресурсов промысловых, так и эффективной охраны и восстановления численности редких и исчезающих видов.

Гусеобразные – очень гомогенная группа [3-5], обладающая в целом довольно высокими адаптационными свойствами [1, 2]. Однако, среди гусеобразных есть различные по экологическим особенностям виды: очень пластичные (кряква), так и виды с низкой экологической валентностью, оказавшиеся среди исчезающих животных [1]. В связи с этим очень важны исследования состояния популяций и прогнозирование их состояния в будущем. Поэтому в качестве модельных нами были выбраны 14 представителей этого отряда.

Согласно предлагаемого нами подхода (метод оценки способностей к адаптации с использованием системы балльной оценки) адаптации гусеобразных можно условно дифференцировать по следующим критериям: топическим, репродуктивно-топическим, трофическим и уровню синантропизации, который является реакцией вида на антропогенные воздействия.

Наиболее адаптированными к использованию биотопов оказались: серый гусь и кряква, менее приспособленными - огарь, морская и красноголовая чернеть. По репродуктивному критерию высокие адаптационные возможности имеет кряква (11 баллов), значительно меньше - серый гусь (6), пеганка (5,5), красноголовая чернеть и огарь (по 5), а также - белолобый гусь и гоголь (по 4). По трофическому критерию высшую ступень занимает кряква (37 баллов), которому существенно уступают серый (22,5) и белолобый (21,5) гуси, краснозобая казарка (21,5), морская (23,3), красноголовая (23,0) и хохлатая (21,8) чернети, гоголь (20) и гага обыкновенная (18 баллов). Представители рода *Tadorna*: огарь (11 баллов) и пеганка (7,5 баллов) питаются преимущественно мелкими морскими ракообразными и поэтому существенно зависят от экологического состояния акваторий.

По уровню синантропизации, лидерство принадлежит крякве (16 баллов). Этот вид хорошо размножается в неволе, использует искусственные гнезда, а во время питания, миграций и зимовки находится на водоемах разного происхождения, которые расположены даже в крупных городах. Серый гусь хорошо разводится на фермах и в частных усадьбах, охотно использует искусственные гнезда, но во время гнездования предпочитает водоемы естественного происхождения. В то же время, белолобый гусь и краснозобая казарка слабо переносят различные стрессы антропогенного происхождения. Они вообще избегают во время гнездования трансформированных ландшафтов, хотя на юге Украины и РФ (в Крыму в частности) питаются преимущественно на территории агроценозов. Достаточно уязвимым к воздействию антропогенных факторов является чирок-свистунок, который практически не использует гнезда, которые изготавливают и расставляют охотники. Все случаи его гнездования известны только для естественных водоемов, хотя во время миграций и зимовки чирок использует как природные, так и искусственные водоемы. В то же время, красноголовая чернеть охотно использует искусственные гнезда и способна питаться на различных типах водоемов, независимо от их происхождения. Пеганка (3 балла), широконоска (1), гоголь (3), гага (2), а также белоглазая (3 балла), морская (1) и хохлатая (1) черни имеют низкую адаптационную способность к воздействию антропогенных факторов.

Самые высокие показатели адаптационных возможностей имеет кряква (90 баллов), серая и белолобый гусь (67 и 59), несколько меньше - красноголовая чернеть (61) и краснозобая казарка (57). Эти виды даже при значительных изменениях среды обитания могут быстро адаптироваться к новым условиям. Известно, что они при применении простейших мер охраны быстро восстанавливают численность и ареал.

Виды, адаптационные возможности которых оценены менее чем в 50 баллов, требуют ограниченного использования ресурсов и внедрение специальных мероприятий по сохранению и воспроизводству. Результаты исследований позволяют выделить узкоспециализированные виды: по уровню репродукции это белоглазая чернеть, а трофическими предпочтениями - пеганка.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Лысенко В.И. Об оценке и возможности прогнозирования состояния популяций позвоночных животных / В.И Лысенко //Сб. управление поведение и охрана птиц. М., АН СССР, 1990, С.36-40.
2. Лысенко В.И. Фауна Украины т. V – Птицы. Выпуск 3, Гусеобразные / Валерий Иванович Лысенко. Киев: Наукова думка, 1991. 208 с.
3. Hartert E. Die Vögel der Paläarktischen Fauna. Sistimatische Übersicht Der in Ouropa, Nord-Asien und der Mittelmeeregion vorkommenden Vögel / E. Hartert – Berlin, 1932 – 1938. 632 s.
4. Delacour J. The Waterfowl the World / Delacour. – London, 1954 -1959 – Vol. 1-3. – 786p.
5. Vaurie C. The Birds of the Palearctic Fauna Non-Passeriformes / C. Vaurie. London, 1965. 763 p.

ABOUT QUANTITATIVE METHODS TO EVALUATE THE ECOLOGICAL VALENCE ON CASE REPRESENTATIVES OF THE ORDER ANSERIFORMES

S.V. Malko PhD, Associate Professor of «Ecology of the sea»
Federal State Educational Institution of Higher Education «Kerch State Maritime
Technological University»
Kerch, Russia, sergmalko@rambler.ru

Applying the method of point-rating estimation it has been established that the Mallard, Greylag Goose, White-fronted Goose and the Pochard are the most adaptable to modern ecological conditions, while the least adaptable species are the Shelduck, White-eyed Pochard, Shoveler and the Eider. It is confirmed at the biochemical, trophic, morphological and ethological levels of organization.

УДК 574.632

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БЕНЗИЛПЕНИЦИЛЛИНА НАТРИЕВОЙ СОЛИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ АКТИВНОГО ИЛА

З.Е. Мащенко, Е.В. Маслова, И.Ф. Шаталаев*
ФГБОУ ВО «СамГТУ».
*ГБОУ ВПО «СамГМУ Минздрава России»

В последние годы в литературе обсуждается проблема, связанная с появлением фармацевтических препаратов в окружающей среде и их влиянием, на живые организмы. Около 100 различных лекарственных средств были обнаружены в воде при концентрациях от нг/л до мг/л. Концентрации этих веществ незначительны, однако они могут представлять угрозу, поскольку поступление последних в окружающую среду носит постоянный характер[3, 5]. Кроме того, лекарственные средства оказывают определенное биологическое действие на живые системы и обладают способностью к биоаккумуляции. Так, в тканях рыб были обнаружены препараты женских половых гормонов, что приводит к эстрогенному эффекту на рыб мужского пола [4].

Наблюдается существенное увеличение загрязнения окружающей среды антимикробными средствами, вследствие широкого использования названных препаратов в медицине и ветеринарии. Присутствие в воде антибиотиков составляет особую проблему, заключающееся в стимулировании селекции патогенной микрофлоры, обладающей устойчивостью к названным средствам. В настоящее время сточные воды, поступающие на станции аэрации, содержат препараты противомикробного действия в различных

концентрациях [3, 5]. Так, антибиотики и продукты их биосинтеза чрезвычайно устойчивы к процессам биодеструкции их метаболизма могут ингибировать микрофлору городских очистных сооружений.

Таким образом, актуальным являются исследования по оценке влияния антибиотиков на функциональное состояние активного ила, содержащихся в сточных водах городов, химико-фармацевтических и агропромышленных предприятий.

Цель работы – изучение влияния бензилпенициллина натриевой соли на гидро– и биохимические свойства активного ила.

В качестве объекта исследования использовали бензилпенициллина натриевую соль. Тест-организмами служили микроорганизмы активного ила аэротенка очистных сооружений г. о. Самара.

Определение токсичной концентрации антибиотика проводили по определению изменению дегидрогеназной активности. Данная методика основанна на восстановлении индикатора 2,3,5-трифенилтетразолия хлорида с последующим фотометрическим анализом полученных растворов. Изменение дегидрогеназной активности в пробах рассчитывали как процентное отношение оптической плотности в опытной пробе к оптической плотности в контрольной пробе. Снижение дегидрогеназной активности ила более чем на 20 % по отношению к контролю свидетельствует об ингибирующем влиянии компонентов сточных вод на ферментные системы микроорганизмов активного ила [2].

Исследовали действие антибиотика в концентрациях 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 200, 300, 400, 500 мг/г биомассы ила. Влияние антибиотика на микроорганизмы гидрозкосистемы изучали непосредственно после добавления антибиотика к пробе активного ила и после ее инкубации в течение суток.

Сразу после введения бензилпенициллина натриевой соли в большинстве опытных образцов происходило увеличение дегидрогеназной активности.

Через 24 ч уменьшение активности дегидрогеназ более, чем на 20 % наблюдалось в пробах с концентрацией антибиотика 300, 400, и 500 мг/г биомассы.

Таким образом, бензилпенициллина натриевая соль не оказывала негативного воздействия на микроорганизмы активного ила в следующем ряду концентраций: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 200 мг/г биомассы ила.

Влияние бензилпенициллина натриевой соли на функциональное состояние активного ила определяли по следующим параметрам: ДАИ, динамика оседания активного ила, иловая доза, иловый индекс [1, 2]. Для этого в три одинаковых химических стакана помещали по 250 мл активного ила. В стакан № 1 однократно вводили бензилпенициллина натриевую соль в концентрации 100 мг/г биомассы ила, в стакан № 2 - ежесуточно антибиотик в концентрации 100 мг/г, стакан № 3 - контроль. Инкубацию антибиотика проводили в течение 72 ч при температуре 20 °С и постоянной аэрации. Отбор проб осуществляли через 24, 72 ч.

В таблице 1 приведена динамика изменения активности дегидрогеназ при действии бензилпенициллина натриевой соли.

Таблица 1- Изменение ДАИ в процессе инкубации

Время, ч	ДАИ	
	Проба № 1	Проба № 2
24	37	40,1
48	10	7,0
72	14	5

Полученные данные показывают, что в процессе инкубации не происходило снижение дегидрогеназной активности водных микроорганизмов активного ила под действием

бензилпеницилина натриевой соли, что свидетельствует об отсутствии токсичности исследуемых концентраций лекарственного препарата.

Осаждение иловой смеси как после 24, так и после 72 ч инкубации во всех исследуемых образцах происходило общей массой с четкой границей очищенной жидкости, не наблюдалось всплывание хлопьев ила на поверхность надиловой жидкости. У всех образцов надилловая жидкость – прозрачная, не окрашенная, не опалесцирующая. Коричневый цвет осадка всех опытных проб после 24 и 72 часовой инкубации соответствовал норме.

При 24-часовом инкубировании эксперимент не выявил различия в динамике оседания во всех исследуемых образцах.

После 72 ч инкубации на момент времени $t=30$ мин седиментационные свойства ила заметно ухудшились в пробе № 2. У контрольного образца незначительно увеличился объем осевшего ила после 30 мин с начала опыта по отношению к этому же показателю на 24 часовой экспозиции.

Результаты определения иловой дозы (по массе) и илового индекса представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Значения дозы ила по массе (г/л) и илового индекса (мл/г)

Время, ч	Проба №					
	1		2		3	
	C_u	I	C_u	I	C_u	I
24	6	68,3	8	51,3	8	51,3
72	6	68,3	8	68,7	6,5	64,6

Иловый индекс оставался стабильным в пробе № 1. В активном иле образца № 2, куда бензилпенициллина натриевая соль вводилась многократно, иловый индекс увеличился, что при постоянстве иловой дозы говорит о снижении седиментационных свойств.

Таким образом, стабильность гидро– и биохимические показатели активного ила говорит об удовлетворительной работе водных микроорганизмов как при однократном, так и при многократном введении антибиотика в концентрации 100 мг/г биомассы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ПНД Ф СБ 14.1.77-96. Методическое руководство по гидробиологическому и бактериологическому контролю процесса биологической очистки на сооружениях с аэротенками. М.: АКВАРОС, 2009. 106 с.
2. Шаталаев И.Ф. Биотестирование токсичности сточных вод по дегидрогеназной активности ила: Методические рекомендации. // Самара: ГОУ ВПО СамГМУ Росздрава, 1998. 6 с.
3. Boxall A. Veterinary medicines in the environment / A. Boxall, L.A. Fogg, P. Blackwell and other // Rev. Environ. Contam. Toxicol. 2004. № 180. P. 1–91.
4. Kirby M.F. The presence of morphologically intermediate papilla syndrome in United Kingdom populations of sand goby (*Pomatoschistus* spp.): endocrine disruption? / M.F. Kirby, J. Bignell, E. Brown and other // Environ. Toxicol. Chem. 2003. № 22. P. 239–251.
5. Kümmerer K. Drugs in the environment: emission of drugs, diagnostic aids and disinfectants into wastewater by hospitals in relation to other sources - a review / K. Kümmerer // Chemosphere. 2001. № 45. P. 957–969.

STUDY OF THE EFFECT OF BENZYL PENICILLIN SODIUM SALT ON THE FUNCTIONAL STATE OF ACTIVATED SLUDGE

Maschenko Z. E., Maslova E. V., Shatalaev I. F.

The effect of benzylpenicillin sodium salt on the functional state of activated sludge, we took into account: the change in dehydrogenase activity, dynamics of sedimentation of activated sludge and the sludge dose and sludge index

УДК 551.464 (268.45)

СОДЕРЖАНИЕ КИСЛОРОДА И БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНАХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

О.Н. Мохова, Р.А. Мельник
Северный филиал ФГБНУ «ПИНРО», г. Архангельск

Гидрохимические исследования в юго-восточной части Баренцева моря, проведенные в летне-осенний период 2015 г., включали определение кислородосодержания и биогенных веществ (солей азота и фосфора, силикатов). Химические анализы были выполнены общепринятыми в гидрохимической практике методами.

Кислородосодержание является одним из важных факторов, характеризующим экосистемы прибрежных районов. Наличие в воде растворенного кислорода является обязательным условием для существования большинства водных организмов. Возникновение зон дефицита кислорода неблагоприятно влияет на гидробионтов и на всю экосистему в целом.

В период обследования практически на всей обследованной акватории Баренцева моря содержание кислорода в поверхностном горизонте было довольно высоким - концентрации превышали $10,0 \text{ мг/дм}^3$. В Чешской губе и на прибрежных станциях Колгуевского района концентрация растворенного в воде кислорода была чуть ниже и варьировала в диапазоне $8,0-10,0 \text{ мг/дм}^3$. Насыщенность поверхностных вод кислородом также довольно высока – более 100 %, за исключением кутовой части Печорской губы и восточной части Чешской губы, где процент насыщенности составлял 94-98 % (рисунок 1 а).

В придонном слое воды высокие значения концентрации кислорода ($10,0-12,0 \text{ мг/дм}^3$) наблюдались в Печорской губе и на большинстве станций в Вайгачском районе. На остальной обследованной акватории Баренцева моря концентрация кислорода изменялась в пределах $8,5-10,0 \text{ мг/дм}^3$. Насыщенность придонных вод кислородом также была достаточно высокой (более 100 %), за исключением кутовой части Печорской губы, юго-восточной части Чешской губы и прибрежных станций Печорского района, где насыщение вод кислородом варьировало от 91 до 98 % (рисунок 1 б).

Поверхностные слои характеризуются несколько повышенным содержанием кислорода по сравнению с придонными из-за более развитого фотосинтеза.

Особую роль в функционировании морских экосистем играют биогенные элементы (БЭ), которые вместе с кислородом и углеродом входят в состав живого вещества и являются необходимым условием процесса жизнедеятельности организмов. В первую очередь это касается азота, фосфора и кремния. Их потребление фитопланктоном в процессе фотосинтеза составляет основу минерального питания водорослей [1].

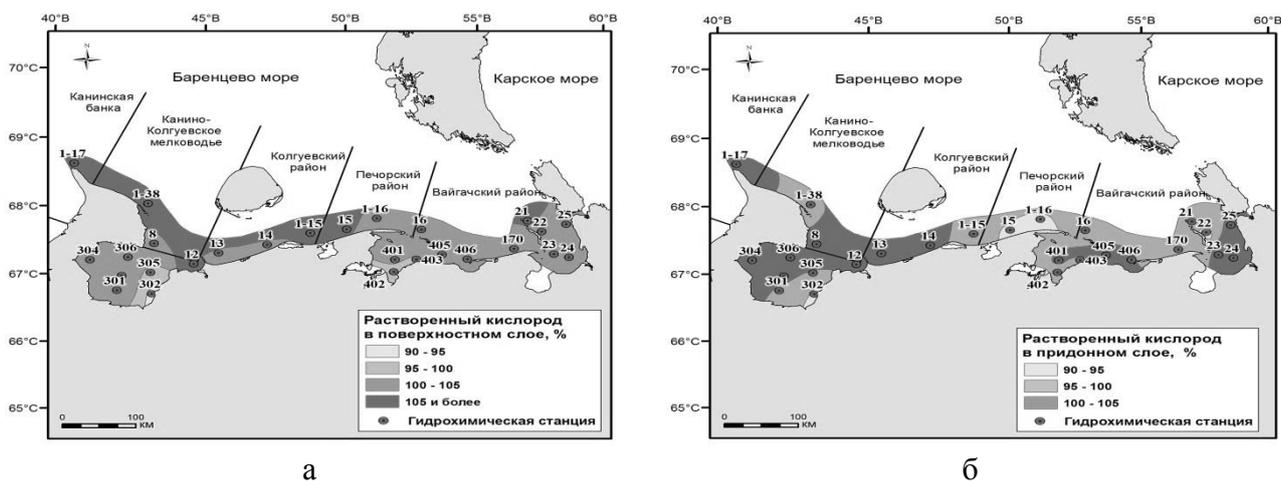


Рисунок 1 – Насыщенность вод кислородом (%) в поверхностном (а) и придонном (б) слоях воды в юго-восточной части Баренцева моря в августе-сентябре 2015 г.

Несмотря на важную роль биогенных веществ (БВ) в функционировании морских экосистем, повышенное содержание их может негативно отразиться на жизнедеятельности организмов. Например, повышенные концентрации нитритов указывают на усиление процессов разложения органических веществ в условиях медленного окисления нитритов в нитраты, что говорит о загрязнении водоема. Нитриты значительно опаснее нитратов. Фосфаты, попадающие в окружающую среду, приводят к эвтрофикации водоемов (бурному развитию водорослей). Сине-зеленые водоросли выделяют токсины, опасные для беспозвоночных, рыб и других водных животных.

Распределение БВ в юго-восточной части Баренцева моря заметно различалось по районам. Баланс БВ в поверхностных водах определяется двумя противоположно направленными процессами: активное развитие фитопланктона уменьшает их содержание, а материковый сток постоянно пополняет воды питательными веществами, как вследствие прямого их приноса, так и за счет образования из вносимого реками органического вещества.

На всех обследованных станциях количество азота нитритного (предельно допустимая концентрация ($ПДК_{р/х}$) = $0,02 \text{ мг N/дм}^3$) и азота аммонийного ($ПДК = 0,4 \text{ мг N/дм}^3$) было низким - до $0,007 \text{ мг/дм}^3$ и до $0,011 \text{ мг/дм}^3$ соответственно. Концентрации азота нитратного ($ПДК = 9 \text{ мг N/дм}^3$) невелики и изменялись от $0,011 \text{ мг/дм}^3$ до $0,025 \text{ мг/дм}^3$ в поверхностном горизонте и от $0,011 \text{ мг/дм}^3$ до $0,033 \text{ мг/дм}^3$ в придонном (таблица 1).

Фосфатов больше всего было обнаружено в Печорской губе, где его концентрация составила в среднем $0,051 \text{ мг/дм}^3$ ($ПДК$ от $0,05$ до $0,2 \text{ мг P/дм}^3$ в зависимости от водоема). Максимальное же количество было выявлено в поверхностных и придонных водах кутовой части губы – $0,085$ и $0,090 \text{ мг/дм}^3$ соответственно. В районах Канинская банка, Канино-Колгуевское мелководье и в Чешской губе концентрации фосфатов было невелики – средние показатели составили $0,014$ - $0,015 \text{ мг/дм}^3$ в поверхностном и $0,017 \text{ мг/дм}^3$ в придонном слоях. В Печорском районе содержание фосфора изменялось от $0,025 \text{ мг/дм}^3$ до $0,043 \text{ мг/дм}^3$ в поверхностном горизонте и от $0,020 \text{ мг/дм}^3$ до $0,037 \text{ мг/дм}^3$ – в придонном. В районе о-ва Вайгач средние концентрации фосфатов составили $0,027 \text{ мг/дм}^3$ в поверхностном слое (при вариабельности от $0,019 \text{ мг/дм}^3$ до $0,032 \text{ мг/дм}^3$) и $0,035 \text{ мг/дм}^3$ у дна (при диапазоне от $0,020 \text{ мг/дм}^3$ до $0,063 \text{ мг/дм}^3$).

Наибольшие значения концентрации кремния, также как и фосфора, отмечались в Печорской губе, средние показатели соответствовали $0,486 \text{ мг/дм}^3$ в поверхностном слое (при вариабельности от $0,210 \text{ мг/дм}^3$ до $0,826 \text{ мг/дм}^3$) и $0,438 \text{ мг/дм}^3$ в придонном горизонте (при диапазоне от $0,210 \text{ мг/дм}^3$ до $0,840 \text{ мг/дм}^3$). Максимальные концентрации силикатов были выявлены в кутовой части губы. В районах Канинская банка, Канино-Колгуевское мелководье и в Чешской губе количество силикатов значительно ниже $0,038$ - $0,123 \text{ мг/дм}^3$. В Печорском районе содержание кремния изменялось от $0,090 \text{ мг/дм}^3$ до $0,154 \text{ мг/дм}^3$, в районе

о-ва Вайгач концентрация кремния в поверхностном слое в среднем составляла 0,235 мг/дм³, в придонном – 0,209 мг/дм³.

Таблица 1 – Содержание биогенных веществ (мг/дм³) в юго-восточной части Баренцева моря в августе-сентябре 2015 г.

Район исследований	№ станции	Фосфаты		Силикаты		Нитраты	
		0 м	дно	0 м	дно	0 м	дно
Канинская банка, Канино-Колгуевское мелководье	1-17	0,010	0,016	0,040	0,060	0,017	0,024
	1-38	0,013	0,015	0,045	0,048	0,018	0,033
	8	0,019	0,021	0,063	0,059	0,015	0,014
Колгуевский	12	0,018	0,026	0,083	0,071	0,019	0,022
	13	0,028	0,041	0,076	0,078	0,025	0,026
	14	0,010	0,021	0,090	0,090	0,016	0,013
	1-15	0,015	0,036	0,088	0,095	0,011	0,012
Чешская губа	301	0,012	0,010	0,073	0,049	0,011	0,011
	302	0,022	0,019	0,123	0,113	0,012	0,011
	303	0,010	0,014	0,043	0,049	0,012	0,011
	304	0,014	0,012	0,038	0,043	0,020	0,020
	305	0,020	0,031	0,069	0,071	0,018	0,018
	306	0,014	0,017	0,041	0,051	0,018	0,018
Печорский	15	0,028	0,026	0,106	0,123	0,014	0,016
	1-16	0,043	0,037	0,134	0,093	0,013	0,019
	16	0,025	0,020	0,154	0,090	0,014	0,015
Печорская губа	401	0,059	0,057	0,539	0,546	0,018	0,011
	402	0,085	0,090	0,826	0,840	0,009	0,013
	403	0,055	0,042	0,441	0,441	0,018	0,016
	404	0,038	0,024	0,518	0,210	0,013	0,012
	405	0,043	0,074	0,381	0,375	0,012	0,011
	406	0,028	0,021	0,210	0,213	0,012	0,015
Вайгачский	170	0,031	0,020	0,241	0,169	0,013	0,015
	21	0,019	0,030	0,132	0,123	0,014	0,022
	22	0,026	0,030	0,154	0,134	0,018	0,031
	23	0,032	0,063	0,323	0,329	0,012	0,011
	24	0,030	0,036	0,311	0,263	0,011	0,012
	25	0,026	0,034	0,249	0,235	0,011	0,011

Таким образом, в юго-восточной части Баренцева моря насыщенность вод кислородом почти на всей акватории была достаточно высокой (более 100 %), за исключением вод кутовой части Печорской губы, юго-восточной части Чешской губы и прибрежных станций Печорского района, где насыщение варьировало в пределах 91 - 98 %.

Значения концентраций нитритного и аммонийного азота были минимальны. Нитраты относительно равномерно распределены во всей толще вод, концентрации их невелики. Больше всего фосфатов и силикатов обнаружено в кутовой части Печорской губы, приток их осуществляется главным образом с материковым стоком.

Распределение гидрохимических параметров на всех исследованных участках соответствовало «летнему» сезону, выраженному в перенасыщении вод растворенным кислородом на большей части станций и низким содержанием БВ (особенно соли азота). Основными «потребителями» минеральных форм БВ являются фитопланктон и другие водные растения, которые в период интенсификации своей жизнедеятельности в летний период уменьшают количество питательных веществ. По полученным гидрохимическим показателям видимого антропогенного влияния в прибрежных районах Баренцева моря не отмечено.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Израэль, Ю.А. Антропогенная экология океана / Ю.А.Израэль, А.В Цыбань. Л.: Гидрометеоиздат, 1989. 527 с.

CONTENT OF OXYGEN AND BIOGENIC SUBSTANCES IN COASTAL AREAS OF SOUTHEAST PART OF THE BARENTS SEA

O.N. Mokhova, R.A. Melnik

Results of hydrochemical researches in southeast part of the Barents Sea in august - september 2015 are presented. The paper analyzed data on the content of oxygen and biogenic substances.

УДК 543.395

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТАРНОГО АКТА ФЛОТАЦИИ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД

Е.И. Назимко, С.Г. Черный

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Керченский государственный морской технологический университет» г. Керчь, Россия, Республика Крым, e-mail: ele-nazimko@ukr.net

Рост количества отходов требует отведения земель для полигонов бытовых и промышленных отходов. В Российской Федерации увеличение отходов на душу населения составляет порядка 5% в год, что втрое превышает скорость роста населения [1]. Полигоны способствуют загрязнению водных источников. Кроме полигонов водоемы загрязняются недостаточно очищенными сточными водами, которые являются сложными гетерогенными системами загрязняющих веществ. Для очистки таких систем применяют физико-химические методы, одним из которых является флотация.

Флотация извлекает из жидкости диспергированные и коллоидные включения и основана на прилипанию частиц к газовым пузырькам с образованием флотационных комплексов «частица-пузырек». Они всплывают во флотаторе, вынося загрязнения в пену. Разные виды флотации отличаются способом диспергирования газа, но основа процесса одна - элементарный акт флотации – столкновение частицы с пузырьком и формирование (или его отсутствие) флотационного комплекса. Образование флотокомплексов зависит от соотношения скоростей и размеров элементов, свойств поверхности и др. [2]. Поэтому актуально исследование взаимодействия пузырьков с частицами, и их влияние на образование и устойчивость флотационного комплекса.

Целью настоящей работы является изучение влияния угла столкновения элементов на формирование агрегата «частица-пузырек».

Одним из современных способов изучения сложных взаимодействий является численное имитационное моделирование с помощью метода дискретных элементов (МДЭ).

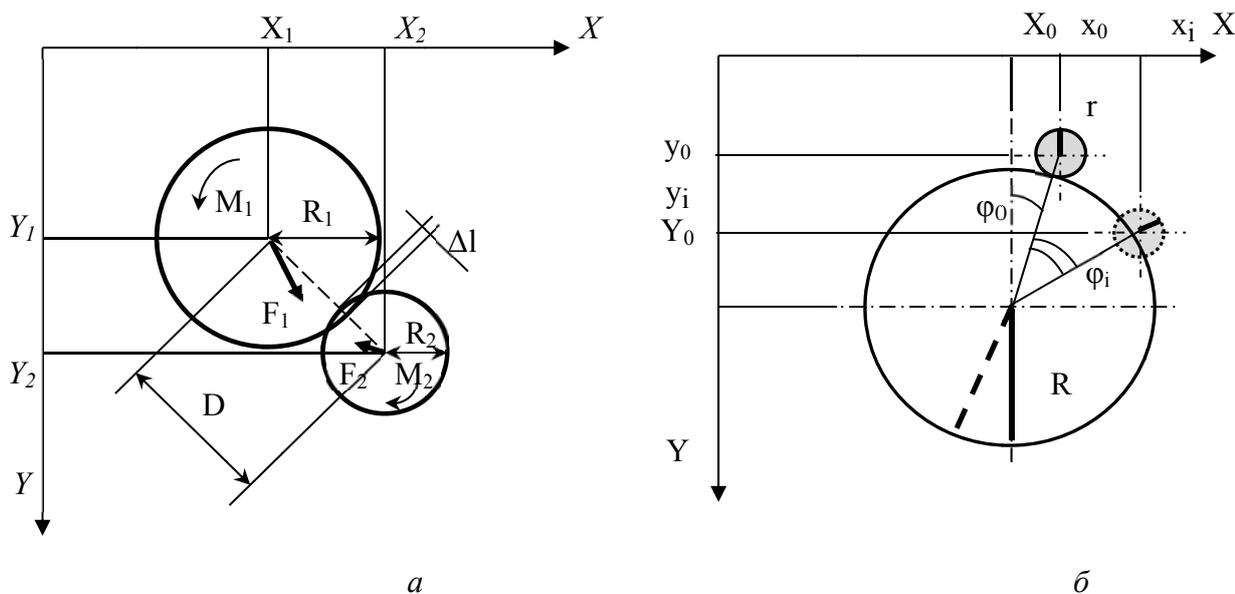
На базе алгоритма, опубликованного в работе [5], создан торановет программ для моделирования. Теоретические принципы метода изложены в публикациях [2, 3, 6]. Базовая схема взаимодействия двух элементов и ее адаптация применительно к процессу флотации показана на рисунке 1.

В модели приняты сферические частицы радиусами R_1 и R_2 , которые движутся под действием сил F_1 и F_2 и вращаются в прямоугольной системе координат X - Y при действии моментов M_1 и M_2 (рисунок 1, а). Движение частиц и их взаимодействие рассматривается в дискретные периоды времени, которые моделируются как циклы счета. Координаты центров тяжести частиц X_1, Y_1 и X_2, Y_2 , скорости и силы рассчитываются на каждом цикле работы программы.

При решении задачи в применении к флотации рассматривалось взаимодействие всплывающего пузырька со взвешенной в жидкости частицей при разных углах столкновения φ_0 . Текущее положение частицы (показано пунктиром) при ее перемещении по поверхности пузырька определяется углом φ_i (см. рисунок 1, б).

Работа компьютерной программы основана на втором и третьем законах Ньютона и законе Гука. Достоверность моделирования обеспечивается соблюдением динамического, кинетического и геометрического подобия. Результатом являются изображения на мониторе и цифровые файлы с координатами центров тяжести пузырька и частицы, углами поворота их радиусов в каждый момент времени счета.

При центральном столкновении ($\varphi_0 = 0^\circ$) частица закрепляется в самой верхней точке пузырька и образовавшийся комплекс всплывает.



а - исходная схема МДЭ, б - в применении к флотации

Рисунок 1 - Взаимодействие двух элементов

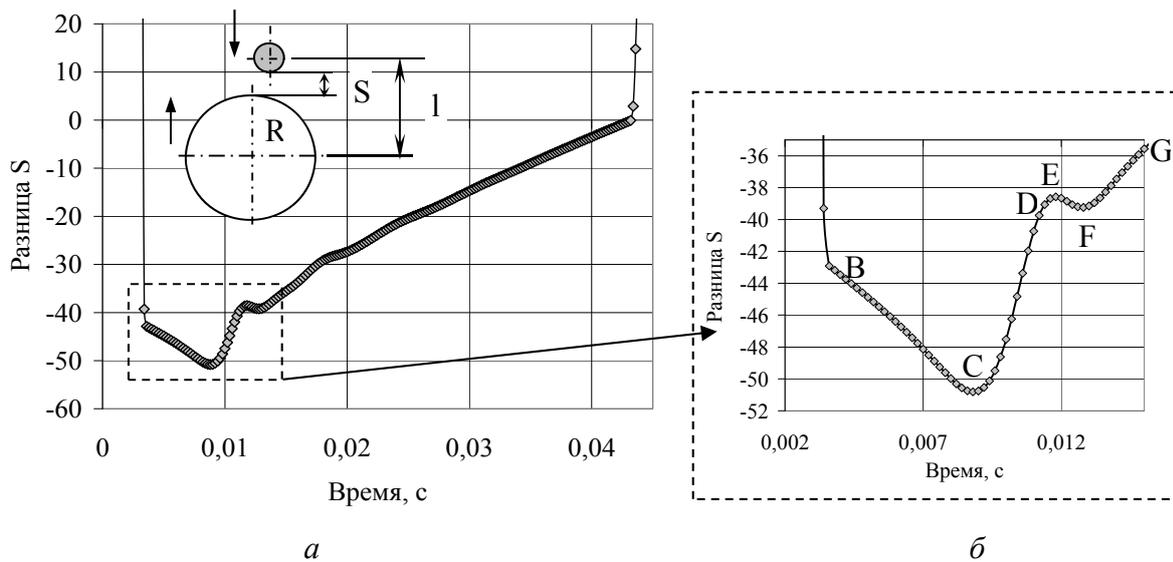
При небольшом угле столкновения $\varphi_0 = 5^\circ$ гидрофобная частица закрепляется на нижней полусфере пузырька. При обработке цифровых файлов получены траектории, скорости и ускорения элементов (в условных единицах). Оценку процесса имитации можно выполнять набором разных методов в зависимости от задач исследования [4]. Из данных определено, что при столкновении происходит резкий толчок, при котором скорость и ускорение элементов изменяются на порядки. Также установлено, что при столкновении поверхность всплывающего пузырька прогибается (рисунок 2). Величина прогиба определялась расчетом разницы S - расстояния между центрами тяжести элементов минус сумма их радиусов (см. схему на рисунке 2, а) по соотношению:

$$S = l - (R + r), \quad (1)$$

где S – разница (рисунок 2); l – текущее расстояние между центрами тяжести элементов; R и r – радиусы пузырька и частицы, соответственно.

Данные рисунка 2 показывают, что происходит прогиб и колебания поверхности пузырька без его разрушения. По расположению маркеров на графике (рисунок 2, б) видно, что частица прогибает эластичную гидратированную оболочку пузырька, параметр S изменяется медленно на участке ВС. Следует учесть, что все маркеры соответствуют равным промежуткам времени. После достижения некоторой величины прогиба в точке С пузырек начинает «исправлять» свою поверхность и выталкивает частицу: на участке CD изменение значений S гораздо выше за тот же промежуток времени, о чем свидетельствуют расстояния между маркерами по оси Y . На участке DE этот процесс замедляется. Частица снова прогибает поверхность пузырька, но уже не так глубоко - участок EF. На участке FG и далее пузырек восстанавливает свою поверхность, образовавшийся флотационный комплекс «частица-пузырек» всплывает. При этом частица перемещается по поверхности пузырька, пока окончательно не закрепится на нижней его полусфере. Это видно на мониторе и из обработки цифровых файлов.

Одновременно элементы поворачиваются друг относительно друга, о чем свидетельствует изменение положения радиусов элементов, наблюдаемое на мониторе компьютера, и по данным цифровых файлов.



а – общий вид, б – укрупненный участок
Рисунок 2 - Прогиб поверхности пузырька при контакте с гидрофобной частицей

Таким образом, установлено, что при образовании флотационного комплекса возникает прогиб и колебания эластичной поверхности пузырька при столкновениях. Исследования других параметров будут способствовать совершенствованию технологии очистки сточных вод от загрязнений. Используя современные комплексы аппарата нейронечеткого моделирования, можно предсказать поведение процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Великанов, Н.Л. Очистка сточных вод свалок твердых бытовых отходов, отдельных зданий и сооружений / Н.Л. Великанов, М.Н. Великанова, А.В. Колобов // Изв. Калининградского гос. технич. ун-та. Калининград, 2009. №15. С. 60-64.
2. Гарковенко, Е.Е. Особенности флотации и обезвоживания тонкодисперсных углесодержащих материалов . / Е.Е. Гарковенко, Е.И. Назимко, А.И. Самойлов и др. //

Донецк: Норд-Пресс, 2002. 266с.

3. Назимко, Е.И. Моделирование процесса сепарации отходов кабельно-проводниковой продукции / Е.И. Назимко, С.В. Малько, А.Ю. Семенова // Восточно-европейский журнал передовых технологий. Харьков, 2016 – 5(79). С. 12-18.

4. Chernyi S. Analysis of complex structures of marine systems with attraction methods of neural systems / S. Chernyi, A. Zhilenkov // Metallurgical and Mining Industry. 2015. Vol. 1. P. 37–44.

5. Cundall, P.A. (1979) A discrete numerical model for granular assemblies / P. A. Cundall, O. D. L. Strack. // Geotechnique, Vol. 29, Issue 1. P. 47–65.

6. Nazimko, L. (2013) Modelowanie elementarnego aktu flotacji (Modeling of Flotation Elementary Act) [Text] / L. Nazimko, A. Nad, N. Zviagintseva// Inżynieria Mineralna – Journal of the Polish Min. Eng. Society, Rocznik XIV. - №1(31). P. 43-48.

INVESTIGATION OF FLOTATION ELEMENTARY ACT FOR WASTEWATER TREATMENT

L.I. Nazimko, S.G. Chernyi

The results of numerical simulation of complex "particle-bubble" formation for flotation wastewater treatment are presented. It was determined deflection occurs and oscillations of the bubble surface at the moment of collision.

УДК 639.2.05

СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ В РОССИИ

Осипов Е.В. кан.тех.наук, доцент

ФГБОУ ВПО Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный
университет,

г. Владивосток, Россия, e-mail: oev@mail.ru

Развитие рыбохозяйственной отрасли напрямую связана с экологией и в зависимости от существующих методологических подходов, хозяйственная деятельность (природопользование) является надсистемой экологии или является ее частью. В обоих случаях возникают задачи управления в достаточно широком представлении, которые определяются в соответствии со сценариями развития. Поэтому целью данной работы это выявление и определение сценариев развития рыбохозяйственной отрасли России.

Для большинства в рыбохозяйственной отрасли достаточно трудно сформулировать сценарий ее развития и тем более объективно его обозначить, это связано с личным и коллективным восприятием действительности, которая обусловлена узкой профессиональной деятельностью (мерой понимания), что является частью управления. Поэтому выявление объективного состояния рыбохозяйственной отрасли является ключом к пониманию текущего сценария развития отрасли. В работах [1, 2] проведены исследования состояния рыбохозяйственной отрасли с позиции достаточно общей теории управления (ДОТУ) [3], что позволило определить следующие тезисные выводы:

а) вопросы экологии и возобновляемости биоресурсов исключены из управления;

а) социальные вопросы в обществе поддерживаются за счет информации по оглашению, а фактически рынок рыбопродукции игнорирует социальные потребности населения;

а) выловленная продукция России направляется на поддержание ресурсоустойчивости других стран.

Работы [1, 2] были опубликованный до заседания президиума Госсовета (19 октября 2015 г. [4]) по вопросам развития рыбохозяйственного комплекса, где В.В. Путиным был

сделан концептуальный доклад по развитию рыбной отрасли России, который подтвердил выше перечисленные тезисы. Как можно заметить, каждый из пунктов тезисов четко связан друг с другом, фактически являясь процессами. Откуда процесс а) позволяет выполняться процессу а), а процесс а) обеспечивает их успешное функционирование. Первый тезис связан с процессом распределения квот и с информацией, поступающей в систему мониторинга. Потому предложения рабочей группы Госсовета связаны, по сути, с сохранением существующей системы распределения квот и отражает соответствующий сценарий развития. Однако в докладе [4]: «бизнес заточен на получение прибыли и работает там, где ему выгодно. Однако ни нашу страну, ни её граждан абсолютно не устраивает, когда ассортимент и цены рыбы на внутреннем рынке определяются зарубежными поставщиками и ритейлерами, когда в рыбной отрасли расплодился разного рода рантье, использующие наши биоресурсы, и когда почти 70 процентов доходов рыбодобывающих предприятий основано на экспорте сырья.»; «В результате рыбопромышленный сектор, безусловно, набрал солидный вес. Но проблема в том, что эти достижения мало повлияли на укрепление продовольственной безопасности страны, развитие прибрежных территорий и смежных отраслей экономики.»; «Проблема обновления флота стояла также остро и восемь лет назад, когда законодательно был закреплён исторический принцип распределения квот. И было много разговоров, что этот подход станет стимулом для активного участия рыбопромышленников в строительстве новых траулеров. Но эти надежды не оправдались». Таким образом, концепция развития рыбохозяйственной отрасли изложенная в докладе В.В. Путина [4] подразумевает другой сценарий, вектор которого связан с развитием рыболовства в соответствии с человеческой нравственностью, направленный на удовлетворение потребностей каждого человека в России в рыбной продукции, что позволит реализовать природоподобные технологии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Осипов Е.В. Мнение по статье В.М. Борисова «об «устойчивом» рыболовстве и «управлении» морскими рыбопромысловыми запасами (на примере трески Баренцева моря)» и взгляде В.П. Шунтова на статью//Рыбное хозяйство. 2014. № 6. С. 62.
2. Осипов Е.В. Вопросы управления в рыбном хозяйстве// Программа и материалы Научной конференции, посвященной памяти академика В.Л. Касьянова, ИБМ ДВО РАН, Владивосток. 2015. С. 37-39.
3. Достаточно общая теория управления// Санкт-Петербургский государственный университет, 2003 419 с.
4. Заседание президиума Госсовета по вопросам развития рыбохозяйственного комплекса. [Электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/50524> (дата обращения: 12.02.2016)

1

SCENARIOS FISHERIES SECTOR IN RUSSIA

Osipov E.V. PhD, Associate Professor

The development of the fisheries sector is directly related to the environment and according to the existing methodological approaches, economic activity (nature) is super system ecology or a part of it. In both cases, there are management problems in a wide enough view, which are determined in accordance with the development of scenarios. Therefore, the aim of this work is the identification and development scenarios fisheries industry in Russia.

The concept of the fisheries sector set out in the report of V.V. Putin implies another scenario, a vector that is associated with the development of fisheries in accordance with human morality, aimed at meeting the needs of each person in Russia in fishery products, that will allow realizing the nature of similarity technology.

ИЗОТОП ^{241}Pu – АКТУАЛЬНОСТЬ И ВОЗМОЖНОСТИ МОНИТОРИНГА

Проскурнин В.Ю.

ФГБУН «Институт морских биологических исследований РАН», г. Севастополь

ВВЕДЕНИЕ

Среди трансурановых радионуклидов, поступивших в окружающую среду в результате ядерной деятельности человека, наибольший вклад в формирование дозы облучения живых организмов вносят альфа-излучающие изотопы плутония $^{239,240}\text{Pu}$ и, в значительно меньшей степени, ^{238}Pu . Вместе с тем, имеются лишь эпизодические данные о загрязнении морских экосистем ^{241}Pu , несмотря на то, что активность его в большинстве источников поступления плутония в разы больше по сравнению с другими его изотопами. Так, например, суммарная активность ^{241}Pu в аварийном выбросе Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) составила $5,18 \cdot 10^{15}$ Бк, что практически в 100 раз превосходит активность чернобыльских $^{239+240}\text{Pu}$ ($6,29 \cdot 10^{13}$ Бк) и в 200 раз – ^{238}Pu ($3,06 \cdot 10^{13}$ Бк) [3].

^{241}Pu обладает сравнительно небольшим периодом полураспада (14,4 года) и мягким β -излучением ($E_{\beta}^{max} = 20$ кэВ, $\bar{E}_{\beta} = 5,24$ кэВ) [2], в связи с чем он, как правило, не вносит существенный вклад в формирование дозы от бета-излучающих радионуклидов в окружающей среде, в том числе – природных (^{40}K , ^{87}Rb , члены естественных радиоактивных семейств урана и тория). Однако при распаде ^{241}Pu образуется значительно более радиотоксичный и долгоживущий ^{241}Am ($T_{1/2}=432,7$ лет), который, в свою очередь, претерпевая альфа-распад превращается в ещё более долгоживущий ^{237}Np ($T_{1/2}=2,2 \cdot 10^6$ лет), что вызывает увеличение содержания ^{241}Am и ^{237}Np в окружающей среде, в отличие от других чернобыльских радионуклидов, количество которых со временем уменьшается в результате радиоактивного распада.

В цели настоящей работы входили оценка многолетней динамики накопления и распада ^{241}Pu и его дочерних радионуклидов ^{241}Am и ^{237}Np в аварийном выбросе ЧАЭС, а также возможности мониторинга непосредственно ^{241}Pu в объектах морских и пресноводных экосистем с использованием ультранизкофоновой жидкостно-сцинтилляционной альфа-бета-спектрометрии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для оценки потенциальной опасности загрязнения природной среды дочерними продуктами распада ^{241}Pu были выполнены расчеты многолетней динамики содержания ^{241}Pu , ^{241}Am и ^{237}Np в аварийном выбросе Чернобыльской АЭС. Накопление и распад этих генетически связанных радионуклидов характеризуется следующей системой дифференциальных уравнений (1):

$$\begin{cases} \frac{dN_{Pu}}{dt} = -\lambda_{Pu} \cdot N_{Pu} \\ \frac{dN_{Am}}{dt} = \lambda_{Pu} \cdot N_{Pu} - \lambda_{Am} \cdot N_{Am} \\ \frac{dN_{Np}}{dt} = \lambda_{Am} \cdot N_{Am} - \lambda_{Np} \cdot N_{Np} \end{cases} \quad (1)$$

где λ_{Pu} , λ_{Am} , λ_{Np} – постоянные распада, соответственно ^{241}Pu , ^{241}Am и ^{237}Np , с^{-1} ;

N_{Pu} , N_{Am} , N_{Np} – количества атомов ^{241}Pu , ^{241}Am и ^{237}Np в момент времени dt .

Как известно, активность (A) радиоактивного вещества, выраженная в Бк пропорциональна числу атомов (N) этого вещества (2):

$$A = \lambda \cdot N \quad (2)$$

В результате решения системы уравнений (1) с учётом уравнения (2) были получены следующие зависимости активностей ^{241}Pu , ^{241}Am и ^{237}Np от времени после аварии на ЧАЭС:

$$A_{Pu} = A_{0Pu} \cdot e^{-\lambda_{Pu} \cdot t} \quad (3)$$

$$A_{Am} = A_{0Pu} \cdot \frac{\lambda_{Am}}{\lambda_{Am} - \lambda_{Pu}} \cdot (e^{-\lambda_{Pu} \cdot t} - e^{-\lambda_{Am} \cdot t}) + A_{0Am} \cdot e^{-\lambda_{Am} \cdot t} \quad (4)$$

$$A_{Np} = A_{0Pu} \cdot \lambda_{Am} \cdot \lambda_{Np} \cdot \left(\frac{e^{-\lambda_{Pu} \cdot t}}{(\lambda_{Am} - \lambda_{Pu}) \cdot (\lambda_{Np} - \lambda_{Pu})} - \frac{e^{-\lambda_{Am} \cdot t}}{(\lambda_{Am} - \lambda_{Pu}) \cdot (\lambda_{Np} - \lambda_{Am})} \right) + \frac{e^{-\lambda_{Np} \cdot t}}{(\lambda_{Np} - \lambda_{Pu}) \cdot (\lambda_{Np} - \lambda_{Am})} + \frac{\lambda_{Np} \cdot A_{0Am}}{\lambda_{Np} - \lambda_{Am}} \cdot (e^{-\lambda_{Am} \cdot t} - e^{-\lambda_{Np} \cdot t}) + A_{0Np} \cdot e^{-\lambda_{Np} \cdot t} \quad (5)$$

Исходными данными для моделирования динамики накопления и распада ^{241}Pu , ^{241}Am и ^{237}Np в аварийном выбросе ЧАЭС послужили активности ^{241}Pu (A_{0Pu}) ($5,18 \cdot 10^{15}$ Бк) и ^{241}Am (A_{0Am}) ($4,1 \cdot 10^{12}$ Бк), поступившие в окружающую среду в результате аварии. Ввиду того что активность чернобыльского выброса в отношении ^{237}Np была мала по сравнению с ^{241}Pu и ^{241}Am (что следует из механизма его накопления в реакторе [2]), а также отсутствия натуральных или расчётных данных об активности его в выбросе, начальная активность ^{237}Np (A_{0Np}) была принята равной нулю.

В качестве объекта исследований использовались пробы грунта из водоёмов зоны отчуждения ЧАЭС, отобранные сотрудниками отдела РХБ ИМБИ в 1988 г. Пробы обрабатывали по стандартным радиохимическим методикам определения плутония [1]. Обработка проб включала высушивание, озонирование при 500°C , выщелачивание смесью азотной кислоты с перекисью водорода, ионообменную очистку и выделение плутония с последующим приготовлением тонкослойных препаратов для альфа-спектрометрии методом электролитического осаждения на диски из нержавеющей стали. После измерения проб на полупроводниковом альфа-спектрометре EG&G ORTEC OSTETE и определения химического выхода диски помещали во флаконы для жидкостно-сцинтилляционных измерений, добавляли сцинтилляционную жидкость OptiPhaseHiSafe III и проводили измерения на ультранизкофоновом жидкостно-сцинтилляционном α/β -спектрометре Quantulus 1220 (Wallac, Финляндия). С помощью полученных образцов прибор калибровали по энергиям.

Для калибровки прибора по эффективности счёта использовали стандартный образец трития (^3H) фирмы LKB Wallac. Максимальная ($E_{\beta}^{max} = 18,59$ кэВ) и средняя ($\bar{E}_{\beta} = 5,7$ кэВ) энергии бета-излучения ^3H очень близки к характерным для ^{241}Pu , что позволяет применять более доступные тритиевые стандарты для калибровки спектрометрической техники с целью измерения ^{241}Pu .

Весьма значимым фактором при жидкостно-сцинтилляционных измерениях является эффект тушения проб – это гашение и сдвиг измеренного спектра в область низких энергий из-за физико-химических особенностей взаимодействия вещества проб с жидким сцинтиллятором. Спектрометр Quantulus благодаря наличию внешнего радиевого стандарта позволяет определять параметр тушения SQP (Sample Quench Parameter) для каждой отдельной пробы. Благодаря этому, было установлено идеальное соответствие качества проб по величине SQP и стандартного образца, содержащего ^3H , добавлением тушителя (четырёххлористого углерода – CCl_4) в стандартный образец.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты моделирования многолетней динамики содержания ^{241}Pu , ^{241}Am и ^{237}Np в аварийном выбросе ЧАЭС представлены на рисунке 1. Приведённые графические зависимости показывают, что к настоящему времени, то есть через 30 лет с момента аварии, более 75 % чернобыльского плутония-241 уже распалось и превратилось в америций-241, содержание которого в окружающей среде возросло за данный период с $4,1 \cdot 10^{12}$ Бк до $1,3 \cdot 10^{14}$ Бк, то есть практически в 32 раза. Причём активность этого высокотоксичного радионуклида продолжает увеличиваться и достигнет максимума только к 2059 г. После

2059 года содержание ^{241}Am начнет медленно снижаться в результате радиоактивного распада, к тому времени более 99 % материнского плутония-241 уже распадется (рисунок 1).

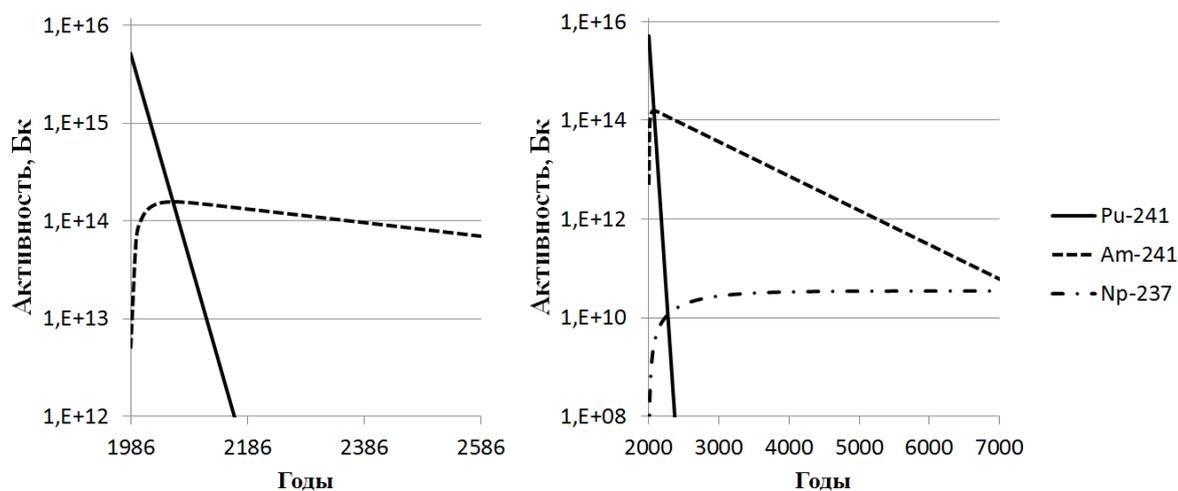


Рисунок 1 - Прогноз многолетней динамики активности ^{241}Pu , ^{241}Am и ^{237}Np в аварийном выбросе ЧАЭС

При этом будет возрастать радиоактивность нептуния-237, которая достигнет максимума через 5,6 тысяч лет после аварии на ЧАЭС, а практически полный распад чернобыльского ^{237}Np (99,9 % его исходной активности) произойдет через 22 млн лет.

В рамках настоящего исследования были определены пределы обнаружения ^{241}Pu в донных отложениях морских и пресноводных водоёмов, как конечном депо плутония в окружающей среде [3]. Эффективность счёта ^{241}Pu в образцах, полученных электроосаждением на дисках из нержавеющей стали составила 4,5%. Минимальная детектируемая активность ^{241}Pu , рассчитанная в соответствии с рекомендациями [4] составила 14 мБк на образец при времени измерения равном 1 неделе и 11,5 мБк при времени измерения – 2 недели. С учётом максимальной навески проб донных отложений в 20 г и среднего химического выхода плутония равного 70 % предел обнаружения ^{241}Pu составил 825 мБк/кг сухой массы донных отложений. Полученная величина сопоставима с наблюдаемыми концентрациями плутония [3] в донных отложениях Чёрного моря в районах с умеренными и малыми скоростями осадконакопления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, дочерние продукты распада плутония-241, имеющего чернобыльское происхождение, могут вносить значительный вклад в формирование радиационной обстановки в течение огромного периода времени. Проведенная методическая разработка по измерению ^{241}Pu в природных образцах позволяет осуществлять мониторинговые исследования непосредственно ^{241}Pu в объектах морских и пресноводных экосистем с использованием ультранизкофоновой жидкостно-сцинтилляционной альфа-бета-спектрометрии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Measurement of Radionuclides in Food and the Environment. Technical Report Series No. 295 / Viena. IAEA, 1989. 182 p. – ISBN: 92-0-125189-0
2. The Chemistry of the Actinide and Transactinide Elements / Edited by L.R. Morss, N.M. Edelstein, J. Fuger. – Springer, 2010. 4520 p. – ISBN: 978-94-007-0211-0
3. Поликарпов Г.Г., Егоров В.Н. и др. Радиозокологический отклик Черного моря на чернобыльскую аварию. Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2008. 667 с.
4. International Standard ISO 11929:2010. Determination of the detection limit and decision threshold for ionizing radiation measurements.

ISOTOPE ^{241}Pu – THE RELEVANCE AND POSSIBILITY OF ITS MONITORING

Proskurnin V. Yu.

Modeling of the ^{241}Pu and its daughters ^{241}Am and ^{237}Np accumulation and decay dynamics at the Chernobyl NPP accidental release is carried out. Detection limit of the ^{241}Pu in marine and non-saline basins bottom sediments is considered as well.

УДК 620.92

РАЗВИТИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ: ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОСТЬ И ПРОГНОЗЫ

И.Р. Рагулина, канд. геогр. наук, доцент кафедры «Безопасность мореплавания»*

Е.В. Краснов, доктор геол.-минер. наук, профессор

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»

г. Калининград, Россия, e-mail: ecogeography@rambler.ru

*Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Калининградский государственный технический университет»

Калининград, Россия, e-mail: izragulina@mail.ru

Возобновляемая энергетика на протяжении столетий была главным источником энергии для человечества. Первоначально это было сжигание биомассы (прежде всего древесины), затем использование энергии воды и ветра. Однако на протяжении последних веков зависимость от возобновляемых источников постоянно уменьшалась в результате появления ископаемых энергоносителей. Ископаемое топливо в виде угля, нефти и газа открыло доступ к небывалым количествам энергии. Причиной этого является относительно высокая концентрация энергии в этих веществах, благодаря чему потребитель получает большое количество полезной энергии, несмотря на энергозатраты при её производстве в транспортировке.

Однако в последние годы в некоторых странах и секторах экономики происходит изменение этой тенденции. Энергетическое хозяйство ЕС сокращает потребление угля, нефти и атомной энергии. Очевидно, что сила возобновляемых источников энергии продолжает расти устойчивыми темпами, хотя и с низкой скоростью. На долю ВИЭ в настоящее время приходится более 5% мирового производства электроэнергии и почти 3% потребления первичной энергии.

С помощью гидроэнергетики в 2013г. было произведено примерно 3782 тераватт-часов электричества (это соответствует 855,8 миллионам тонн нефтяного эквивалента), то есть примерно 6,7% всей потребляемой электроэнергии. Существующие гидроэнергетические мощности составляют 923 гигаватт - тем самым гидроэнергия имеет в мире наибольший вес из всех возобновляемых источников [1].

Хозяйственное использование ветровой энергии возросло за последние годы в целом ряде стран. В 2013г. общая выработка электроэнергии ВЭУ составила 628,2 ТВт-ч, что составляет 142,2 млн. т нефтяного эквивалента. Ожидается и дальнейший рост, особенно благодаря мерам по обеспечению энергетической и климатической безопасности [1].

Существуют две разные технологии преобразования солнечной энергии в электрическую: тепловые солнечные установки, в которых коллекторы с помощью солнечного тепла производят пар, вращающий турбины, которые, в свою очередь, уже производят электроэнергию традиционным способом, и фотовольтаика, которая превращает солнечную энергию непосредственно в электрическую. В то время как большие централизованные

солнечные установки переживали экономические взлёты и падения, фотовольтаика развивалась относительно стабильно.

Несмотря на реальное уменьшение роли атомной энергии (4,4% мировой потребляемой энергии), прогнозы МАГАТЭ и Международного энергетического агентства (МЭА/IEA) относительно её роста звучат всё оптимистичнее. По «пессимистическому» прогнозу МАГАТЭ, общая мощность АЭС составит в 2030 году 473 гигаватт, а по «оптимистическому», удивительно точному — 747,5 гигаватт [2].

Несмотря на рост новых возобновляемых источников их доля в сравнении с атомной энергетикой и крупными ГЭС всё ещё мала. Но эта ситуация быстро изменяется. МЭА исходит из предположения, что мощности гидроэнергетики к 2030 году вдвое превысят нынешние мощности атомной энергетике, а ветряная энергетика и другие возобновляемые источники достигнут этого уровня.

Применение биотехнологий в энергетике весьма многообразно для:

- получения электроэнергии, теплоты в паротурбинных и газотурбинных установках с новой технологией газификации биомассы;
- получения моторного топлива из растительных углеводов;
- термохимического преобразования биомассы, в частности газификации;
- микробиологического получения топлива;
- культивирования микроводорослей, интегрированного в энергобиологические комплексы, уже работающие на энергетическом потенциале сбросных теплых вод на АЭС, для получения кормовых добавок для рыбы и сельскохозяйственных животных. Кроме того, биотехнологии можно использовать при подземной газификации угля с получением метана непосредственно на месторождении.

Таким образом, доля возобновляемых источников энергии в производстве электроэнергии и на транспорте продолжает увеличиваться (2013г. достигла рекордного 2,7% от потребления мировой энергии). Доля ВИЭ, используемых для выработки электроэнергии выросла до 5,3% от глобального производства электроэнергии. Среди стран лидирует Китай, за ним следует США, в то время как в Европе рост использования ВИЭ обеспечивают Германия, Испания и Италия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Statistical Review of World Energy 2015 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (дата обращения: 26.03.2016).

2. Э. Фрогатт, Мю Шнайдер. Энергетические стратегии будущего: препятствует ли атомная энергия необходимым системным реформам // Под ред. В. Сливяка. Изд-во Фонд им. Генриха Бёлля, 2010. С. 85-122.

УДК 582.26/.27:579(262.54+262.5)

ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫЕ МИКРОВОДОРОСЛИ ПЛАНКТОНА И БЕНТОСА ЛОКАЛЬНЫХ МЕСТООБИТАНИЙ В КРЫМСКОМ ПРИБРЕЖЬЕ АЗОВСКОГО И ЧЁРНОГО МОРЕЙ

Л.И. Рябушко, Н.В. Поспелова, Д.С. Балычева, А.В. Бондаренко
Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, Россия пр.
Нахимова, 2, г. Севастополь; e-mail: larisa.ryabushko@yandex.ru

Согласно разработанной Международной программе «Глобальная экология и океанография вредоносных цветений водорослей» (ГЕОНАВ), во всём мире начаты исследования потенциально опасных видов первичных продуцентов, включая выявление видов-возбудителей «цветения» воды и «красных приливов» в море [1]. Быстрое увеличение

биомассы вредоносных водорослей в природных местообитаниях, а также при культивировании моллюсков и рыб может стать причиной их массовой смертности, поскольку насыщение морепродуктов токсинами отрицательно влияет на природные экосистемы и оказывает разного типа негативные воздействия [1-4]. Микроорганизмы синтезируют широкий спектр ядов: цито-, бактерио-, фунготоксины, фитотоксины микроводорослей: бреве-, сакситоксины, омега-3 жирная кислота, продуцируемые разными видами динофитовых водорослей, а также домоевая кислота, производимая некоторыми видами диатомовых водорослей, которые могут накапливаться в теле гидробионтов, часто не причиняя им вреда. Другие виды, наоборот, вызывают гибель водных беспозвоночных, ракообразных, рыб, птиц и млекопитающих, а попадая по пищевой цепи от разных видов гидробионтов и морепродуктов в организм человека, представляют угрозу его здоровью [2, 3].

Обзор литературы показал, что проблеме вредоносных микроводорослей в России практически не уделяется должного внимания [5]. Однако эта проблема является актуальной и для южных морей России – Чёрного и Азовского [2, 4, 6, 7], в которых обитает более 80 видов (50 общих для двух морей), в т.ч. 47 токсичных (общих 33). Для аквакультуры одним из факторов, отрицательно влияющим на объекты воспроизводства, является эвтрофирование местообитаний из-за увеличения содержания азота, фосфора и других биогенных элементов, которые способствуют повышению продуктивности микроводорослей, в т.ч. потенциально опасных видов [2, 4, 7, 8]. Всё это негативно влияет на эксплуатацию природных морских ресурсов, наносит экономический ущерб рыбной промышленности, способствует ухудшению рекреационных условий в прибрежных крымских курортных зонах. В связи с этим актуальное и практическое значение приобретают мониторинговые исследования потенциально опасных микроводорослей планктона и бентоса в природных местообитаниях, но особенно вблизи ферм по выращиванию моллюсков.

По данным инвентаризации в Азовском море выявлено 69 вредоносных, в т.ч. 40 потенциально токсичных видов микроводорослей, представленных 6 отделами: Cyanoprokaryota (5 видов), Raphidophyta (3), Dinophyta (25), Haptophyta (2), Ochrophyta (1), Bacillariophyta (4) [2, 6]. Из них наиболее распространёнными в фитопланктоне и микрофитобентосе моря являются токсичные динофитовые водоросли рода *Prorocentrum*: *P. balticum*, *P. compressum*, *P. cordatum*, *P. cordatum* var. *aralensis*, *P. lima*, *P. minimum*, *P. micans*, *P. obtusum*, *P. pusillum*, *P. scutellum* и диатомовые водоросли *Pseudo-nitzschia prolongatoides*, *P. pseudodelicatissima*, *P. pungens*, *Nalamphora coffeiformis*, а также *Dictyocha speculum*. В микрофитобентосе трёх районов крымского побережья Азовского моря обнаружено 18 таксонов вредоносных видов, вызывающих «цветение» воды, в т.ч. 9 токсичных видов, соответственно для Керченского пролива (I) 7/3, бухт Казантипского заповедника (II) – 12/4, Западного Сиваша (III) – 9/6. В эпифитоне макрофитов максимальная численность (N) микроводорослей достигала следующих значений: вредоносный вид *Thalassionema nitzschioides* составлял от $N=23,3 \cdot 10^3$ кл.·см⁻² в августе при температуре (t) воды 29,3°C (I) до максимальной $309 \cdot 10^3$ кл.·см⁻² в апреле при 10°C (II); токсичные виды диатомовых *N. coffeiformis* ($2,1 \cdot 10^3$ кл.·см⁻²) в августе (I) и ($5,8 \cdot 10^3$ кл.·см⁻²) в октябре при $t=10,2$ °C (III); *P. prolongatoides* ($0,23 \cdot 10^3$ кл.·см⁻²) в апреле при $t=9$ °C (I) и $0,35 \cdot 10^3$ кл.·см⁻² (II); динофитовые *P. compressum* ($0,35 \cdot 10^3$ кл.·см⁻²) и *P. micans* ($0,84 \cdot 10^3$ кл.·см⁻²) в августе при $t=29$ °C (III); *P. lima* ($0,22 \cdot 10^3$ кл.·см⁻²) в апреле (II).

В результате инвентаризации потенциально опасных видов [2] список для Чёрного моря пополнился новыми сведениями и составляет 77 вредоносных, в т.ч. 42 потенциально токсичных видов. Проведен сравнительный анализ качественных и количественных характеристик водорослей, обнаруженных в фитопланктоне и микрофитобентосе трёх районов крымского побережья Азовского (I–III) и Чёрного морей (Казачья и Карантинная бухты, расположенные близ г. Севастополя, Голубой залив – вблизи пос. Качивели).

В фитопланктоне и микрофитобентосе Казачьей бухты близ мидийной фермы за период (1995-1996 гг.) выявлено более 20 вредоносных видов – возбудителей «цветения» воды в море и 15 токсичных видов. Наибольшее количество токсичных видов отмечено у динофитовых водорослей, численность (N) и биомасса (B) которых составляли: *Amphidinium operculatum* – $N=8,3 \cdot 10^3$ кл.·л⁻¹, *Neoceratium fusus*, *N. tripos* – $N=(6,7-7,0) \cdot 10^3$ кл.·л⁻¹ и $B=800-840$ мг·м⁻³, *N. furca* – $N=(7,7-11,7) \cdot 10^3$ кл.·л⁻¹ и $B=291,6-500$ мг·м⁻³, *P. micans* – $(4,7-11,3) \cdot 10^3$ кл.·л⁻¹ и $56-135$ мг·м⁻³. Кроме того, отмечены *Dinophysis caudata*, *D. fortii*, *Gonyaulax spinifera*, *Lingulodinium polyedrum*, *P. compressum*, *P. cordatum*, *P. lima* и 3 вида диатомовых *H. coffeiformis*, *Pseudo-nitzschia calliantha* и *P. delicatissima* [7]. На раковинах мидии численность *H. coffeiformis* варьировала в пределах $(1,4-8,6) \cdot 10^3$ кл.·см⁻², а биомасса – от 0,005 до 0,037 мг·см⁻².

В фитопланктоне Голубого залива в районе фермы по выращиванию мидии в 2010-2012 гг. обнаружено 15 потенциально токсичных видов, в т.ч. 3 вида диатомовых (*P. calliantha*, *P. delicatissima*, *P. pungens*) и 12 видов динофитовых (*A. operculatum*, *Dinophysis acuminata*, *D. caudata*, *D. acuta*, *D. fortii*, *D. sacculus*, *G. spinifera*, *L. polyedrum*, *Phalochroma rotundatum*, *P. micans*, *Protoceratium reticulatum*, *Protoperidinium crassipes*). За весь период исследования их численность на мидийной ферме не достигала высоких значений и варьировала от 20 до $2,5 \cdot 10^3$ кл.·л⁻¹, в то же время в открытом море $N=1,2 \cdot 10^5$ кл.·л⁻¹. На поверхности мидии обнаружено 2 вида водорослей – диатомовая *H. coffeiformis* с численностью $5,5 \cdot 10^3$ кл.·см⁻² и динофитовая *P. lima* – $2,6 \cdot 10^3$ кл.·см⁻².

В течение 2015 г. на мидийной плантации близ Карантинной бухты в фитопланктоне зарегистрировано 40 таксонов вредоносных водорослей, в т.ч. 20 видов токсичных: *P. calliantha*, *P. delicatissima*, *P. pungens*, *D. acuminata*, *D. acuta*, *D. caudata*, *D. fortii*, *Gymnodinium sanguineum*, *L. polyedrum*, *Neoceratium tripos*, *N. fusus*, *N. furca*, *P. rotundatum*, *Prorocentrum compressum*, *P. micans*, *P. lima*, *P. cordatum*, *Pr. crassipes*, *P. reticulatum*, *D. speculum*. В желудках мидии найдено 16 вредоносных, в т.ч. 12 токсичных видов, в фекалиях – 14/8 и псевдофекалиях – 12/6. Численность потенциально опасных видов фитопланктона изменялась в пределах $(9,0-2167,7) \cdot 10^3$ кл.·л⁻¹ при доминировании в феврале и марте *Skeletonema costatum* ($1900 \cdot 10^3$ кл.·л⁻¹) и токсичного вида *P. calliantha* (до $2030 \cdot 10^3$ кл.·л⁻¹). На поверхности раковин мидии обнаружено 19 потенциально опасных видов, в т.ч. 8 видов, вызывающих «цветение» воды в море (*Coscinodiscus joniseanus*, *Cylindrotheca closterium*, *Licmophora abbreviata*, *L. flabellata*, *Proboscia alata*, *Tabularia fasciculata*, *T. tabulata*, *Emiliania huxleyi*) и 11 токсичных видов (*H. coffeiformis*, *P. calliantha*, *P. delicatissima*, *P. prolongatoides*, *P. pungens*, *D. fortii*, *P. compressum*, *P. cordatum*, *P. lima*, *P. micans* и *D. speculum*). На раковинах мидии численность токсичных видов варьировала в пределах $(3,3-13,9) \cdot 10^3$ кл.·см², наибольшие значения отмечены для доминирующих видов *H. coffeiformis* ($7,3 \cdot 10^3$ кл.·см²) и *P. calliantha* ($5,3 \cdot 10^3$ кл.·см²).

Сравнение потенциально опасных видов микроводорослей планктона и бентоса крымского побережья Чёрного и Азовского морей показало близкое сходство. В целом, в районе ферм по выращиванию мидии на поверхности её раковин и пищеварительной системе регулярно встречаются токсичные динофитовые и диатомовые водоросли. Следовательно, при биомониторинге локальных местообитаний необходимо изучать фитопланктон и микрофитобентос морей, обращая особое внимание на встречаемость вредоносных и токсичных видов, учитывая не только их таксономический статус, но и контролируя их численность для того, чтобы установить критические уровни их избыточной биомассы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. GEONAB (Global Ecology and Oceanography of Harmful Algae Blooms), Science Plan / Eds P. Glibert, G. Pitcher. Baltimor, Paris: SCOR and IOC, 2001. 86 p.
2. Рябушко Л.И. Потенциально опасные микроводоросли Азово-Черноморского бассейна. ИнБЮМ НАН Украины, Океанолог. центр НАНУ, Операцион. центр Междунар.

ин-та океана в Украине. Севастополь: ЭКОСИ–Гидрофизика, 2003. 288 с.

3. Quayle D.V. Pacific Oyster Culture in British Columbia // Canadian Bull. of Fish. and Aquatic Sci. 1988. Vol. 218. 241 p.

4. Рябушко Л.И. Микроводоросли – продуценты токсинов, опасных для объектов рыбного промысла и аквакультуры в Азово-Черноморском бассейне // Рыбне господарство України. 2008. № 2/3. С. 50–55.

5. Коновалова Г.В. «Красные приливы» в дальневосточных морях России и прилегающих акваториях Тихого океана (обзор) // Альгология. 1992. Т. 2. № 4. С. 87–93.

6. Рябушко Л.И., Бондаренко А.В. Микроводоросли планктона и бентоса Азовского моря (Чек-лист, синонимика, комментарий) / ИнБЮМ НАНУ. Севастополь: ЭКОСИ–Гидрофизика. 2011. 211 с.

7. Рябушко Л.И. Микрофитобентос Чёрного моря. Севастополь: ЭКОСИ–Гидрофизика, 2013. 416 с.

8. Сиренко Л.А., Carmichael W.W. Эвтрофирование водоёмов и токсичность Cyanophyta // Альгология. 1999. Т. 9. № 2. С. 132.

POTENTIALLY HARMFUL MICROALGAE OF PLANKTON AND BENTHOS OF LOCAL HABITATS IN THE CRIMEAN COASTAL WATERS OF THE AZOV AND BLACK SEAS

L.I. Ryabushko, N.V. Pospelova, D.S. Balicheva, A.V. Bondarenko

The brief information on the occurrence of potentially harmful microalgae in plankton and benthos in the Crimean coastal waters of the Black and Azov Seas is given. It is found more than 20 taxa of toxic species of genera Dinophysis, Prorocentrum, Pseudo-nitzschia in mussel *Mytilus galloprovincialis* Lam. cultivation at three farms in the Black Sea.

УДК 504.4.054.001.5

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И ШЕЛУХИ ПРОСА

Н. А. Собгайда, д.т.н., доцент,
Е. А. Тарановская, соискатель.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Высшая школа Биотехнологии и Пищевых технологий,
Санкт-Петербург, Россия.
conata07@list.ru

Вода - уникальнейшее вещество на земле - это самый распространенный минерал на поверхности Земли, источник жизни на Земле, самый лучший растворитель. К сожалению, водные акватории в результате человеческой деятельности загрязняются и при этом ухудшается состояние живых организмов обитающих в водной среде. Основными источниками загрязнений водных акватория является промышленность, где при технологических процессах образуются сточные воды (СВ). Выброс сточных вод без очистки до нормативных значений в РФ запрещен. Для очистки сточных вод используются разнообразные методы: биологические, механические, химические и др. Наиболее распространенным способом очистки стоков является сорбционный. Сорбенты создаются на основе активированных углей, природных материалов, наноматериалов и др. Многие из них являются достаточно эффективными и обладают высокой сорбционной емкостью, однако, зачастую энергетические и материальные затраты на их производство определяют высокую стоимость продукта, что не удовлетворяет требованиям потребителей. Вместе с тем

перспективные и экономически выгодные сорбенты представляется возможным изготавливать из вторичного сырья. Данные материалы позволяют решить сразу две проблемы: очистка воды и одновременно утилизация отходов. Однако применение исходных материалов в качестве сорбентов малоэффективно, поэтому работы, направленные на создание новых дешевых и высокосорбционных материалов, полученных при комбинировании отходов, весьма *актуальны* и имеют большое *научное и практическое* значение.

Целью данной являлась разработка технологии получения композиционных сорбционных материалов на основе хитозана и обмолота проса для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов (ИТМ).

Обмолот проса является отходом сельхоз переработки. В работах Макаровой Ю.А. показано, что при термической обработке отходов сельхоз. переработки при $T=300\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 20 мин. образуются пористые структуры ($D_{\text{пор}}$ от $\sim 0,8$ до $\sim 4-5$ нм), которые обладают высокими сорбционными свойствами: $A_{\text{ИТМ}} \approx 17$ мг/г, удельная поверхность $S_{\text{уд}} = 188$ м²/г, суммарный объем пор по воде $V_{\text{пор}} = 0,3$ см³/г. Поэтому нами использовались параметры термообработки: $T=300\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t=20$ мин [1]. Для увеличения сорбционной емкости предлагается создание композиционных сорбционных материалов (КМХП), где в качестве связующего используется хитозан, а в качестве наполнителя термообработанный обмолот проса.

Хитозан- биополимер, впервые синтезирован во второй половине XX века из хитиновой оболочки ракообразных. Практически сразу этот проект стал полностью закрытым не только в России, но и во всем мире по линии оборонных ведомств. Уникальные свойства хитина и хитозана привлекают внимание большого числа специалистов самых разных специальностей [2].

В настоящее время известно более 70 направлений использования хитина и хитозана в различных отраслях промышленности, наиболее важными из которых во всем мире признаны: медицина; пищевая промышленность, экология. Также к неоспоримым достоинствам хитозана относится его совершенная безопасность для человека и окружающей среды.

Для получения КМХП в 6% раствор хитозана в 3% растворе уксусной кислоте [3] добавляли порошок из измельченной термообработанной шелухи проса в количестве 10%; 20%; 30%; 40% от общей массы. Полученную смесь перемешивали до однородного состояния в течение 1 часа. Из полученных смесей получают гранулы методом покапельного осаждения.

Полученные гранулы с различным содержанием термообработанной шелухи проса исследовали на способность извлекать ионы свинца (Zn^{+2}) с начальной концентрацией от 5 до 100 мг/л с шагом 5 мг/л. В модельные растворы добавляли полученные ГХШП в количестве 20 г/л и проводили процесс сорбции в статических условиях в течение 20 мин при постоянном перемешивании при температуре 293 ± 2 К.

После очистки стоков сорбент отделяли фильтрованием и определяли конечную концентрацию ИТМ вольтамперометрическим методом. По конечным и начальным концентрациям рассчитывали сорбционную емкость A_p и строили изотермы адсорбции (рисунок 1.), по которым были определены значения максимальной сорбционной емкости ($A_{\text{Zn}^{2+}, \text{мг/г}}$), уменьшающаяся в ряду: КМХП -10% (44) < КМХП -30% (48) < КМХП -20% (50) < КМХП -40% (50).

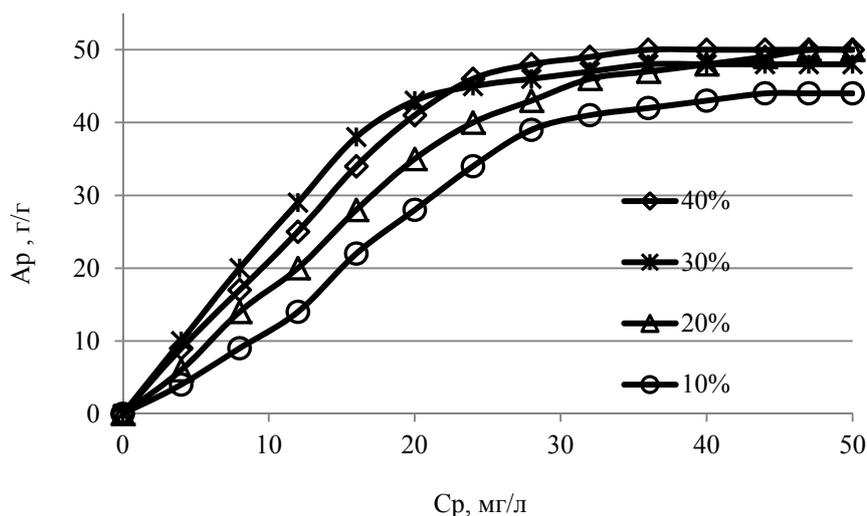


Рисунок 1 – Изотермы адсорбции Zn^{+2} на КМХП при различном содержании обмолота проса: 10%; 20%; 30%; 40%.

При сравнении сорбционной емкости модифицированных материалов с различным содержанием ТОП было установлено, что максимальная сорбционная емкость (50 г/г) достигается КМХП с содержанием КМХП 40 и 20 %. Визуально видно, что гранулы с добавками ТОП 40% и 30%, не сохраняются в процессе очистки.

Анализ физико - механические свойства КМХП (таблица 1.) показал, что КМХП, с содержанием ТОП 10 и 20% соответствуют требованиям ГОСТ Р 51641-2000 (стираемость не более 0,5 %, измельчаемость не более 4%).

Таблица 1- Физико-механические характеристики КМХП, в зависимости от состава

Количество ТОП в составе КМХП,%	Истираемость	Измельчаемость
10	0,2	2
20	0,3	3
30	0,9	6
40	1,2	10

Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что КМХП с добавкой ТОП 20% обладают наиболее рациональными параметрами: высокой сорбционной емкостью (50 г/г), истираемостью 3%, измельчаемостью 0,3%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Макарова, Ю.А. Влияние модифицирования шелухи пшеницы на ее сорбционные свойства к ионам Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} и Cu^{2+} / Н.А. Собгайда, Л.Н. Ольшанская, Ю.А. Макарова // Известия вузов. Сер. Химия и химическая технология. 2010. № 11. С. 31-35.
2. Сафронова, Т.М. Применение хитозана в производстве пищевых продуктов / Т.М. Сафронова // Хитин и хитозан. Получение, свойства, применение. М.: Наука, 2002. С. 346-359.
3. Тарановская, Е.А. Обеззараживание стоков с применением хитозана /Тарановская Е.А., Собгайда Н.А., Влазнева Н.А. // Вестник технологического университета . 2015. Т. 18, № 14. С. 232-236.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ РТУТИ В БАЛАКЛАВСКОЙ БУХТЕ,
ПРОВЕДЕННЫЙ ЛЕТОМ 2015 Г.**

А. П. Стецюк, О. В. Плотицына, В. Н. Поповичев, М. А. Попов
ИМБИ РАН им. А. О. Ковалевского, г. Севастополь

Многие проблемы химической экологии Черного моря напрямую связаны с антропогенными факторами.

Балаклавская бухта расположена в юго-западной части Крыма. Ее особенностью является ограниченная связь внутренней акватории с открытым морем (залив Мегало-Яло), что препятствует процессам свободного водообмена. С 1961 г. Балаклавская бухта использовалась как секретная база подводного флота СССР на Черном море, что исключило на 30 лет возможность проведения экологических исследований в данной бухте. К началу 1990-х годов XX века, после вывода подводного флота, возникла необходимость оценки экологического состояния бухты.

Согласно проведенным нами исследованиям Балаклавской бухты в 2012 – 2013 гг., по уровню эвтрофирования и загрязнения воды ртутью, экологическая обстановка в акваториях бухты в целом характеризуется как удовлетворительная, за исключением места выпуска городских сточных вод [4, 5].

Материал и методы

Первичную обработку проб воды и донных отложений для измерения ртути проводили в лабораторных условиях по методу мониторинга фоновых загрязнений природной среды [7]. Пробы воды фильтровали через мембранный фильтр с диаметром пор 0.45 мкм. В фильтрате анализировали растворенную форму ртути, а на фильтрах - взвешенную. Для нахождения общего содержания ртути все формы ртути переводились в растворенную. Измерения концентрации ртути проводили на анализаторе «Юлия-2» методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (метод холодного пара) [1]. Анализ серии проб показал воспроизводимость результатов с относительными ошибками, равными 6.4 % для водного фильтрата, 13.4 % – для взвешенного вещества и 14.0 % - для донных отложений.

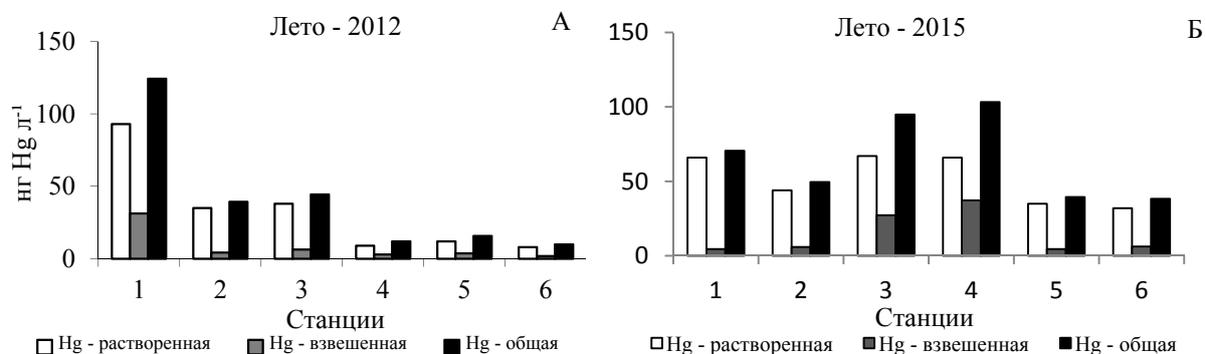
Таблица 1 - Координаты станций и содержание различных форм ртути летом 2015 г. в поверхностной воде внутренней и внешней акваторий Балаклавской бухты

№ станции	северная широта	восточная долгота	Hg _{раств.} нг л ⁻¹	Hg _{взв.} нг л ⁻¹	Hg _{общ.} нг л ⁻¹	Hg _{взв.} нг г ⁻¹
1	44° 30.080`	33° 35.885`	66.0	4.6	70.6	3538
2	44° 29.761`	33° 35.656`	44.0	5.9	49.9	6600
3	44° 29.588`	33° 35.891`	67.0	27.3	94.3	2600
4	44° 29.454`	33° 34.562`	66.0	37.2	103.2	12427
5	44° 29.274`	33° 33.803`	35.0	4.5	39.5	9008
6	44° 29.246`	33° 33.176`	32.0	6.3	38.3	21027

Результаты и обсуждение

В 2015 г. были отобраны пробы воды с тех же станций, что и в 2012 – 2013 гг. (таблица 1). Если летом 2012 г. наибольшее значение общей формы ртути (124.3 нг·л⁻¹) было зарегистрировано на станции №1 (Ст-1), находящейся в кутовой части бухты, то летом 2015 г. наибольшая концентрация ртути пришлась на станцию №4, которая находится во внешней акватории бухты (103.2 нг·л⁻¹) (рисунок 1-Б). В октябре 2012 г. было зафиксировано

превышение ПДК ($100 \text{ нг}\cdot\text{л}^{-1}$) на станциях № 1, 3 и 5, диапазон значений концентраций общей ртути в целом составлял $26.7 - 281.9 \text{ нг}\cdot\text{л}^{-1}$. В 2013 г. (зима и весна) содержание ртути в воде было относительно низким и составляло соответственно диапазоны: $2.0 - 61.0 \text{ нг}\cdot\text{л}^{-1}$ и $0.0 - 49.0 \text{ нг}\cdot\text{л}^{-1}$ для растворенной формы; $3.6 - 8.2 \text{ нг}\cdot\text{л}^{-1}$ и $1.8 - 29.0 \text{ нг}\cdot\text{л}^{-1}$ для взвешенной и $6.6 - 66.4$ и $1.8 - 57.0 \text{ нг}\cdot\text{л}^{-1}$ для общей формы ртути [3, 4, 6].



А – лето 2012, Б – лето 2015

Рисунок 1- Концентрация разных форм ртути Hg, $\text{нг}\cdot\text{л}^{-1}$ (растворённая, взвешенная и общая) в поверхностной воде акватории Балаклавской бухты (Ст-1 и Ст-2 – станции внутри бухты, Ст-3 - Ст-6 – вне бухты)

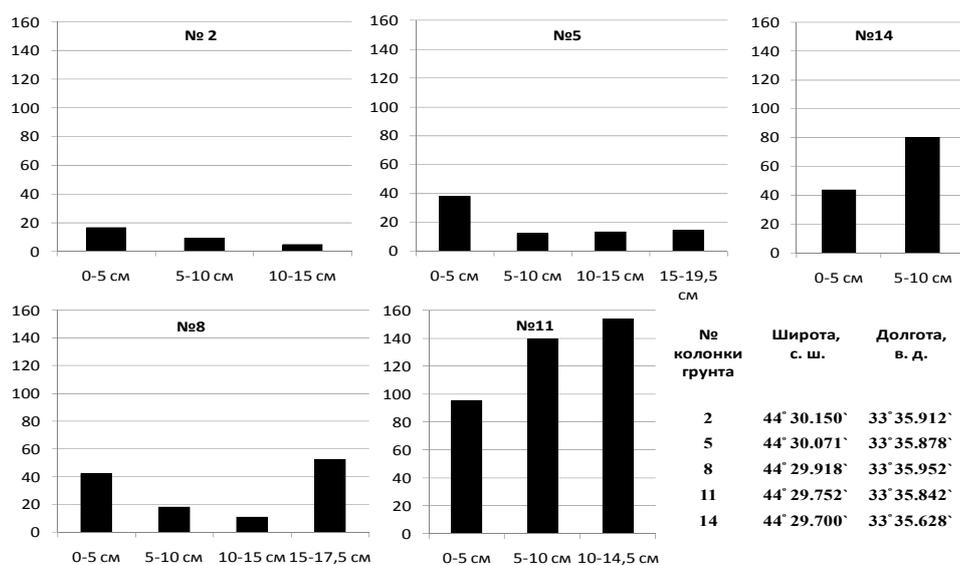


Рисунок 2 - Концентрация Hg $\text{нг}\cdot\text{г}^{-1}$ на сухой вес в слоях донных отложений.

Концентрация ртути в донных отложениях колебалась в пределах $3.1 - 88.3 \text{ нг}\cdot\text{г}^{-1}$ на сырой вес и $4.8 - 154.0 \text{ нг}\cdot\text{г}^{-1}$ на сухой вес. Наибольшая концентрация ртути была зарегистрирована в колонке грунта № 11: в слое 5 – 10 см - $139.4 \text{ нг}\cdot\text{г}^{-1}$ на сухой вес, в слое 10 – 14.5 см - $154.0 \text{ нг}\cdot\text{г}^{-1}$ на сухой вес (рисунок 2).

Заключение.

Летом 2015 г. на всех станциях исследования в воде во внутренней и внешней акваториях Балаклавской бухты превалировала растворенная форма ртути, значения суммарной формы ртути эпизодически превышали установленный уровень ПДК. Наибольшая концентрация общей ртути пришлась на станцию №4, которая находится во внешней акватории бухты – $103.2 \text{ нг}\cdot\text{л}^{-1}$. Наибольшее загрязнение ртутью донных

отложений было зафиксировано в середине Балаклавской бухты - 154.0 нг·г-1 сухого веса. Высокие сорбционные свойства ртути обуславливают тенденцию связывания с донными отложениями. Из-за ограниченного водообмена с открытым морем, донные осадки бухты приобретают токсические свойства и приводят к вторичному загрязнению морской акватории. Поэтому изучение пространственного распределения концентраций ртути в воде и в донных отложениях позволяет судить об экологическом состоянии акватории, а также оценивать естественные процессы её самоочищения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Игошин А.М., Богусевич Л.Н. беспламенный атомно-абсорбционный метод определения ртути в воде. // Гидрохимические материалы, 1969. Т. 47. С. 150-156.
2. Костова С.К., Егоров В.Н., Поповичев В.Н. Многолетние исследования загрязнения ртутью Севастопольских бухт (Черное море) // Экология моря. 2001. 56. С.99-104.
3. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. М.: Медикор, 1995. 220 с.
4. Поповичев В.Н., Попов М.А., Плотицына О.В., Стецюк А.П., Родионова Н.Ю., Царина Т.В., Бобко Н.И. Экологический мониторинг поверхностного слоя внутренней и внешней акваторий Балаклавской бухты (Крым, Черное море) / Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы: материалы V Всероссийской конференции по водной экотоксикологии, посвященной памяти Б.А. Флерова (Борок). Ярославль: Филигрань, 2014. Т. 1. С. 156-160.
5. Поповичев В.Н., Стецюк А.П., Плотицына О.В., Попов М.А., Родионова Н.Ю., Царина Т.В. Ртуть, первичная продукция и гидрохимические параметры в системе экологического мониторинга поверхностного слоя акватории Балаклавской бухты // Экосистемы, их оптимизация и охрана. Симферополь: ТНУ, 2014. Вып. 11. С. 270.
6. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе и воде: Справочное пособие / С. Л. Томарченко. М.: Химия, 1972. 375 с.
7. Унифицированные методы мониторинга фонового загрязнения природной среды. М.: Гидрометеоздат, 1986. 180 с.

ECOLOGICAL MONITORING OF MERCURY CONTENT IN BALAKLAVA BAY IN SUMMER OF 2015

Stetsyuk A. P., Plotitsyna O. V., Popovichev V. N., Popov M. A.
Ecological monitoring of mercury content in Balaklava Bay.

Findings of ecological monitoring of surface water and sediments in inward and outward aquatic areas of Balaklava Bay (Crimea, Black Sea). Based on determined level of mercury in water and sediments the current ecological situation is generally characterized as acceptable.

УДК 577.033: 577.121.9

НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТКАНЕЙ ПРЭСНОВОДНОЙ ЖЕМЧУЖНИЦЫ MARGARITIFERA MARGARITIFERA L.

И. В. Суховская, Е. В. Борвинская, Л. П. Смирнов, Е.П. Иешко, Н.Н. Немова
Институт биологии Карельского научного центра РАН, 185910, г. Петрозаводск, ул.
Пушкинская, 11

Усиление антропогенного воздействия приводит к изменению гидрохимического режима водных экосистем и, как следствие, изменению численности и видового состава

гидробионтов. Пресноводная жемчужница *Margaritifera margaritifera* L. (1758), вид, занесенный в Красную книгу России (2001) и Карелии (2007), на территории России встречается в пресноводных экосистемах Мурманской области и Карелии (реки бассейна Белого моря и Ладожского, Онежского озер, соответственно) [2, 3]. Ареал распространения этого пресноводного двустворчатого моллюска, постоянно сокращается. Одной из причин этого является высокая требовательность моллюска к чистоте водоемов и содержанию в них кислорода, поэтому жемчужница обитает только в местах с быстрым течением рек. Во-вторых, лимитирующим фактором распространения является достаточно ограниченный круг хозяев, семга *Salmo salar* L. и кумжа *S. Trutta* L., на жабрах которых проходит метаморфоз глохидиев (личинок) пресноводной жемчужницы [8, 10]. Можно предположить, что низкий адаптивный потенциал жемчужницы связан со спецификой метаболических процессов, в частности, с диапазоном функциональных возможностей системы биотрансформации ксенобиотиков.

В литературе имеется немало сведений об использовании концентрации восстановленного глутатиона (GSH) и активности глутатион-S-трансферазы (GST) в качестве биомаркеров состояния внутренней среды гидробионтов [11, 12]. Тем не менее, данных о роли этих показателей у пресноводной жемчужницы, личинки которой являются облигатным паразитом жабр молоди лососевых, не обнаружено. В настоящей работе впервые представлены результаты о работе системы биотрансформации ксенобиотиков у *M. margaritifera* для этого были определены концентрации GSH и активности GST в образцах тканей (гепатопанкреас и жабры).

Сбор моллюсков проводили в сентябре и ноябре 2015 года на реке Сюскюяййоки (Республика Карелия, бассейн Ладожского озера). Концентрацию восстановленного глутатиона определяли флюориметрическим методом с помощью о-фталиевого альдегида при Em - 420 нм, Ex - 350 нм на спектрофлуориметре CM 2203 (Беларусь), используя модифицированные методики [4, 7, 10]. Изменение активности GST определяли спектрофотометрическим методом по скорости связывания восстановленного глутатиона с субстратом 1-хлор-2,4-динитробензолом (CDNB) [6] на спектрофлуориметре CM 2203 (Беларусь).

Показано, что активность GST в среднем в 3-4 раза ниже в жабрах, чем в гепатопанкреасе жемчужницы, что характеризует общую тенденцию тканевого распределения глутатион S-трансфераз, установленную и у других видов моллюсков [4]. Ткани, в которых проходят основные потоки ксенобиотиков, как правило, характеризуются более высокой активностью ферментов биотрансформации, таковым является гепатопанкреас у моллюсков.

Количество GSH в жабрах и гепатопанкреасе жемчужниц не имеет тканевой специфики, тогда как ранее проведенные исследования показали, что у мидий *Mytilus edulis* содержание восстановленного глутатиона в жабрах на порядок больше, чем в гепатопанкреасе [4]. При этом, уровень GSH в тканях *M. margaritifera* на порядок выше, чем в тканях *M. edulis*. Обнаруженные различия могут указывать на видоспецифичность исследуемых параметров, а также отражать эколого-биохимические и эволюционные особенности исследованных видов моллюсков, связанные с приспособлением к условиям обитания в пресноводной или морской среде.

При изучении изоферментного спектра глутатион S-трансфераз жемчужницы была протестирована активность GST в присутствии трех субстратов, которые специфически метаболизируются некоторыми отдельными классами фермента. Не обнаружена ферментативная активность в присутствии 1,2-дихлор-4-нитробензола (класс мю) и 4-нитрохинолин N-оксида (классы пи и мю) или *p*-нитробензилхлорида (классы альфа, мю и тета). Можно предположить, что разнообразие изоформ GST у пресноводной жемчужницы невелико или же они имеют узкий диапазон субстратной специфичности. Ограниченная способность метаболизировать протестированные нитро- и галогензамещенные

ароматические соединения может указывать на повышенную чувствительность *M. margaritifera* к антропогенному загрязнению.

Результаты анализа взаимосвязей активности GSTи уровня GSH с размерно-весовыми характеристиками моллюсков показали отсутствие значимых корреляций. Можно предположить, что исследованные особи, длина которых составляла 80-175 мм и возраст 20-50 лет [1], завершили стадию активного роста и на этом промежутке жизненного цикла характеризуются относительно стабильной скоростью обмена веществ. Отсутствие данной зависимости позволяет использовать активность GSTи концентрацию GSHв качестве биоиндикаторов загрязнения среды обитания жемчужницы без учета возможной возрастной специфики.

Исследования проведены в рамках бюджетной темы № 0221-2014-0003, и при поддержке Программы Президиума РАН № 21 «Динамика изменений ихтиофауны пресноводных экосистем Европейского Севера России при климатическом и антропогенном воздействии» (№0221-2015-0003).

Исследования выполнены с использованием научного оборудования Центра коллективного пользования ИБ КарНЦ РАН.

Исследования пресноводной жемчужницы проведены в соответствии с Разрешениями Росприроднадзора РФ № 57 от 30 июня 2015 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иешко Е.П., Веселов А.Е., Мурзина С.А., Гейст Й., Лебедева Д.И., Ефремов Д.А., Ручьев М.А., Зотин А.А. Пресноводная жемчужница *Margaritifera margaritifera* L. в реке Сюзкюняйоки (бассейн Ладожского озера) // Труды Карельского научного центра РАН. № 6. 2014. С. 123–133.
2. Красная книга Карелии. Петрозаводск: Карелия. 2007. С. 307–308.
3. Красная книга Российской Федерации (животные). М.: Астрель. 2001. С. 61–62
4. Суховская И.В., Борвинская Е.В., Бахмет И.Н., Немова Н.Н., Смирнов Л.П. Влияние термошока на уровень глутатиона и активность глутатион S-трансферазы в тканях мидии *Mytilus edulis* L. // Труды Карельского научного центра РАН. 2014. № 4. С. 48-57.
5. Cohn V.H., Lyle J. A fluorometric assay for glutathion // *Analytical biochemistry*. 1966. № 14. P. 434–440.
6. Habig W.H., Pabst M.J., Jakoby W.B. Glutathione S-Transferases. The first enzymatic step in mercapturic acid formation // *J. of Biol. Chem.* 1974. V. 249. № 22. P. 7130–7139.
7. Hissin P.J., Hilf R. A fluorometric method for determination of oxidized and reduced glutathione in tissues // *Analytical Biochemistry*. 1976. V. 74. Issue. 1. P. 214–226.
8. Ieshko E.P., Geist J., Murzina S.A., Veselov A.E., Lebedeva D.I. and V.V. Ziuganov The characteristics of the infection of juvenile Atlantic salmon with glochidia of the freshwater pearl mussel in rivers of Northwest Russia // *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.* 2016. V. 417. P. 6.
9. Lysenko L., Sukhovskaya I., Borvinskaya E., Krupnova M., Kantserova N., Bakhmet I., Nemova N. Detoxification and protein quality control markers in the mussel *Mytilus edulis* (Linnaeus) exposed to crude oil: Salinity-induced modulation // *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 167 (2015) P. 220-227.
10. Taeubert J-E., Denic M., Gum B., Lange M., Geist J. Suitability of different salmonid strains as hosts for the endangered freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.) // *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems. Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* 2010. 20: 728–734.
11. Xing H., Zhang Z., Yao H., Liu T., Wang L., Xu S., Li S. Effects of atrazine and chlorpyrifos on cytochrome P450 in common carp liver // *Chemosphere*. 2014. V. 104. P. 244-250.
12. Xu S., Li S., Yang Y., Tan J., Lou H., Jin W., Yang L., Pan X., Wang J., Shen Y., Wu B., Wang H., Jin L. A genome-wide search for signals of high-altitude adaptation in Tibetans // *Mol Biol Evol.* 2011. V. 28(2). P. 1003-1011.

SOME BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF TISSUES FRESH-WATER PEARL OYSTER MARGARITIFERA MARGARITIFERA L.

I.V. Sukhovskaya, E.V. Borvinskaya, L.P. Smirnov, E.P. Ieshko, N.N. Nemova

Strengthening of anthropogenous influence leads to change of number of a fresh-water PEARL OYSTER of *Margaritifera margaritifera* L. Studying of specifics of metabolic processes will allow to define borders adaptive the potential of this mollusk.

УДК 577.15: 57.049

ИЗМЕНЕНИЯ В СИСТЕМЕ ГЛУТАТИОН-ГЛУТАТИОН-S-ТРАНСФЕРАЗА В ТКАНЯХ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ КАДМИЯ

И.В. Суховская, Е.В. Борвинская, З.И. Слуковский*, Л.П. Смрнов, Н.Н. Немова
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии
Карельского научного центра Российской академии наук, Петрозаводск
*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии
Карельского научного центра РАН, Петрозаводск

Соединения кадмия играют важную роль в процессе жизнедеятельности животных и человека, но в повышенных концентрациях этот металл токсичен. В природные воды кадмий поступает при выщелачивании почв, полиметаллических и медных руд, в результате разложения водных организмов, способных его накапливать. В поверхностные воды кадмий попадает со сточными водами свинцово-цинковых заводов, рудообогатительных фабрик, ряда химических предприятий (производство серной кислоты), гальванического производства, а также с шахтными водами. Значительная часть кадмия может мигрировать в составе клеток гидробионтов, нарушая работу макромолекул [2].

Устойчивость организма к различным химическим и физическим воздействиям определяется, в том числе, уровнем восстановленного глутатиона (GSH) в тканях. Процессы связывания GSH с электрофильными веществами играют большую роль в процессах детоксикации [1, 9]. Важным компонентом клеточного метаболизма является глутатион S-трансфераза (GST), фермент второй фазы детоксикации ксенобиотиков. GST катализирует обезвреживание многих токсичных соединений путем их конъюгации с восстановленным глутатионом, что обусловило использование этих ферментов в качестве биомаркеров антропогенного загрязнения среды.

Для изучения токсического эффекта кадмия нами был спланирован и проведен аквариальный эксперимент по воздействию этого металла на радужную форель *Oncorhynchus mykiss* (0+). В ходе эксперимента аквариумы были разделены на три группы. В две группы была добавлена растворимая соль кадмия ($CdCl_2$) в концентрациях 5 мкг/л (ПДК для рыбохозяйственных целей) и 25 мкг/мл (концентрация в 5 раз, превышающая ПДК), в одном из аквариумов гидрохимический режим не поменялся (концентрация кадмия 0 мкг/мл). Отбор проб (мышцы, печень и жабры) проводили через 3 и 10 суток после начала эксперимента. Образцы тканей замораживали и хранили при $-800C$ до использования.

Концентрацию восстановленного глутатиона определяли флюориметрическим методом с помощью о-фталоевого альдегида при $E_m - 420$ нм, $E_x - 350$ нм на спектрофлуориметре CM 2203 (Беларусь), используя модифицированные методики [4, 7, 10]. Изменение активности GST определяли спектрофотометрическим методом по скорости связывания восстановленного глутатиона с субстратом 1-хлор-2,4-динитробензолом (CDNB) [6] на спектрофлуориметре CM 2203 (Беларусь). Анализ воды в аквариумах проводили с использованием масс-спектрального метода на приборе XSeries-2 ICP-MS.

Анализ полученных результатов показал, тканеспецифичность обоих показателей, содержания GSH и активности GST: жабры > печень > мышцы. В ходе проведения эксперимента не обнаружено статистически значимых отличий уровня GSH в исследованных тканях рыб из контрольного аквариума и аквариума с концентрацией кадмия 5 мкг/мл (ПДК) во время всего эксперимента. Хотя можно говорить о тенденции к уменьшению содержания GSH в тканях рыб из аквариума с кадмием (5 мкг/мл) на 3 и 10 сутки. Вероятно, форель хорошо адаптируется к такой концентрации токсиканта. У рыб из аквариума с содержанием кадмия 25 мкг/мл (5 ПДК) в жабрах и печени уровень GSH снижается в 2 раза по сравнению с контролем на 3 сутки эксперимента. Литературные данные также говорят о том, что при остром токсическом воздействии на организм рыб концентрация GSH в печени снижается [8].

Известно также, что глутатион увеличивает резистентность клеток к токсическим веществам и играет ключевую роль в защите от последствий окислительного стресса. При его недостатке часто фиксируются серьезные нарушения тканевых функций [12]. Поэтому можно предположить, что более низкая концентрация GSH в тканях рыб, подвергающихся токсическому воздействию, является ответной реакцией на стресс и, скорее всего, указывает на снижение адаптивных возможностей организмов рыб.

Активность GST у форели на 3 сутки от начала эксперимента во всех исследованных тканях изменяется незначительно независимо от концентрации токсиканта. Однако, отмечается повышение активности GST в печени на 10-е сутки. Увеличение доли GST является адаптивным ответом на изменение условий среды обитания, на усиление процессов выведения экзогенных токсикантов, а также эндогенных токсичных метаболитов, образующихся в результате активации окислительного стресса, превышающего физиологический уровень [3, 5, 11].

Исходя из сказанного, можно предположить, что кратковременное воздействие кадмия (3 суток) вызывает ответную реакцию в печени форели, основном органе детоксикации, на уровне низкомолекулярного пептида (GSH), который является первым звеном защиты от экзо- и эндогенных воздействий. Ответная реакция на уровне фермента второй фазы биотрансформации (GST) фиксируется позже.

Исследования выполнены с использованием научного оборудования Центра коллективного пользования ИБ КарНЦ РАН.

Исследования проведены в рамках бюджетной темы № 0221-2014-0003.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бойцова Л.В. Защитная роль глутатионовой системы в органах крыс при введении эмбихина // Укр. биохим. журн. 1998. Т. 70, № 1. С. 113–117
2. Галимова А. Р., Тунакова Ю. А. Поступление, содержание и воздействие высоких концентраций металлов в питьевой воде на организм // Вестник Казанского технологического университета. 2013. № 20 (16). С. 165-169.
3. Baysoy E., Atli G., Gürler C.Ö., Dogan Z., Eroglu A., Kocalar K., Canli M. The effects of increased freshwater salinity in the bioavailability of metals (Cr, Pb) and effects on antioxidant systems of *Oreochromis niloticus* // *Ecotoxicol Environ Saf.* 2012. V. 84. № 249. P. 53.
4. Cohn V.H., Lyle J. A fluorometric assay for glutathion // *Analytical biochemistry.* 1966. № 14. P. 434–440.
5. Grim J.M., Simonik E.A., Semones M.C., Kuhn D.E., Crockett E.L. The glutathione-dependent system of antioxidant defense is not modulated by temperature acclimation in muscle tissues from striped bass, *Morone saxatilis* // *Comp BiochemPhysiolA MollIntegrPhysiol.* 2013. V. 164. № 2. P. 383-90.
6. Habig W.H., Pabst M.J., Jakoby W.B. Glutathione S-Transferases. The first enzymatic step in mercapturic acid formation // *J. of Biol. Chem.* 1974. V. 249. № 22. P. 7130–7139.
7. Hissin P.J., Hilf R. A fluorometric method for determination of oxidized and reduced

glutathione in tissues // *Analytical Biochemistry*. 1976. V. 74. Issue. 1. P. 214–226.

8. Li L., Xie P., Guo L. Antioxidant response in liver of the phytoplanktivorous bighead carp (*Aristichthys nobilis*) intraperitoneally-injected with extracted microcystins // *Fish Physiol Biochem*. 2010. V. 36. P. 165–172.

9. Lind M.J., McGrown A.T., Hadfield J.A. et al. The effect of ifosfamide and its metabolites on intracellular glutathione levels in vitro and in vivo // *Biochem. Pharmacol*. 1989. V. 38 № 11. P. 1835–1840.

10. Lysenko L., Sukhovskaya I., Borvinskaya E., Krupnova M., Kantserova N., Bakhmet I., Nemova N. Detoxification and protein quality control markers in the mussel *Mytilus edulis* (Linnaeus) exposed to crude oil: Salinity-induced modulation // *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 167 (2015) P. 220-227.

11. Machado C., Zaleski T., Rodrigues E., Carvalho C.S., Correia Cadena S.M.S., Gozzi G.J., Krebsbach P., Rios F.S., Donatti L. Effect of temperature acclimation on the liver antioxidant defence system of the Antarctic nototheniids *Notothenia coriiceps* and *Notothenia rossii* // *Comparative Biochemistry and Physiology*. 2014. № 172–173. P. 21–28.

12. Meister A., Anderson M.E. Glutathione // *Annu. Rev. Biochem*. 1983. V. 52. P. 711–760.

CHANGES IN THE GLUTATHION-GLUTATHIONE-S-TRANSFERASE SYSTEM IN TISSUES OF RAINBOW TROUT UNDER THE CADMIUM EFFECT

I.V. Sukhovskaya, E.V. Borvinskaya, Z.I. Slukovsky, L.P. Smirnov, N.N. Nemova

The changes of content of the reduced glutathione and glutathione-S-transferase activity in muscles, gills and a liver of rainbow trout at effect of different cadmium concentration were found. The reaction with reduced glutathione fixed before the reaction with glutathione-S-transferase.

УДК 574.64

НОРМИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗНАЧЕНИЯ.

А.Г. Тригуб, Е.С. Дмитриева

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии – ВНИРО, Москва

Вода является важнейшим природным ресурсом, без которой не может существовать жизнь на земле и функционировать ни одна отрасль экономики. Происходит не только количественное истощение, но и качественная деградация, как водных ресурсов, так и водных биоресурсов [1]. С 60-х годов началась разработка показателей качества среды для отдельных загрязняющих веществ. Превышение этих показателей является загрязнением окружающей среды, негативно влияющим на человека, растительный и животный мир, включая гидробионтов [2, 6].

Целью данной работы является обзор законодательных и нормативно-правовых актов, регулирующего отношения в области сохранения водных биологических ресурсов и среды их обитания. Анализ имеющихся нормативов веществ для воды водных объектов рыбохозяйственного значения, лимитирующих звеньев, определяющих значение предельно допустимых концентраций веществ. Проведено сравнение показателей рыбохозяйственных нормативов с санитарно-гигиеническими нормативами.

Важнейшим процессом в сохранении водных биологических ресурсов и среды их обитания является выработка требований к качеству воды водных объектов, как показателю

состояния экосистемы, в том числе - разработка нормативов для отдельных загрязняющих веществ и их компонентов.

В истории развития нормирования первыми разработанными нормативами были нормативы качества окружающей среды для человека. Было положено начало работ в области санитарно-гигиенического нормирования. Человек – не самый чувствительный из биологических видов и принцип “защищен человек – защищены и экосистемы”, абсолютно неверен [4]. Однако в литературе встречается мнение, что человек наиболее уязвимое звено в природной экосистеме [2].

В Российской Федерации требования, направленные на обеспечение качества воды водных объектов, и сохранение водных биологических ресурсов устанавливаются Федеральными Законами от 03.06.2006 № 74-ФЗ «Водный кодекс РФ»; от 07.12.2011 г. № 416-ФЗ «О водоотведении и водоснабжении»; от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов»; от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

Следует учитывать, что санитарно-гигиенические нормативы предельно допустимых концентраций (ПДКсан) загрязняющих веществ в воде хозяйственно-бытового и питьевого водопользования ориентированы на сохранение жизни и здоровья человека [2, 5]. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (ПДКр/х) ориентированы на сохранение водных биологических ресурсов (от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ, гл. 6, ст. 47). Под водными биологическими ресурсами подразумеваются рыбы, водные беспозвоночные, водные млекопитающие, водоросли, другие животные и растения, находящиеся в состоянии естественной свободы (от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ, гл.1, ст. 1, п.1). В соответствии с ФЗ-№7 от 10.01.2002 г. «Об охране окружающей среды (ст.21, п.2)», ПДКр/х следует относить к нормативу качества окружающей среды.

Нормативы качества воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение, разрабатываются с целью сохранения условий существования гидробионтов, для которых вода является средой обитания [5].

К водным объектам рыбохозяйственного значения относятся водные объекты, которые используются или могут быть использованы для добычи (вылова) водных биологических ресурсов, согласно ст. 17 Федерального закона от 20.12. 2004 г. № 166-ФЗ. Категории водных объектов рыбохозяйственного значения и особенности добычи (вылова) водных биологических ресурсов, обитающих в них, устанавливаются федеральным органом исполнительной власти в области рыболовства.

Экспериментальное обоснование ПДКр/х веществ представляет систему комплексных исследований для представителей всех трофических групп гидробионтов от бактерий до рыб (значение токсичности вещества) [3]. Влияния вещества на водную среду (изменение гидрохимических параметров, органолептики), а также оценку генотоксичности вещества. Полученные экспериментальным путем значения нормативов веществ показывают их концентрации в водной среде, которые соответствуют качеству воды до наступления антропогенного воздействия.

При попадании загрязняющего вещества в водную среду оно способно оказывать прямое токсическое воздействие на организмы различных трофических уровней. Организм, который выдерживает наименьшую концентрацию вещества в воде, является лимитирующим, такая концентрация является максимальной недействующей для водных гидробионтов и определяется как ПДКр/х. Кроме того, загрязняющее вещество в воде способно оказывать воздействие и на качество водной среды - гидрохимические показатели (рН, O₂, NO₂/NO₃/NH₄), показатели самоочищения (БПК₅, численность сапрофитной микрофлоры), органолептические свойства (цвет, запах, мутность, пленки и т.д.).

Анализ практики разработки нормативов ПДКр/х показал, что в большинстве случаев лимитирующим звеном оказываются рыбы на разных стадиях развития 47,5%.

Далее по чувствительности следует зоопланктон 32,5 и на последнем месте по чувствительности оказались простейшие 0,3%.

Проведя сравнение Перечней ПДКр/х и ПДКсан, установлено, что из 1038 ПДКр/х и 1383 ПДКсан лишь 243 названия совпадают в обоих Перечнях. Из них для 20 веществ ПДКр/х равно 0,00001 мг/л (отсутствие). Из остальных 223 веществ, 24 норматива ПДКр/х и ПДКсан приблизительно равны, разница не более чем в 1,7 раза. 150 санитарно-гигиенических нормативов превышают рыбохозяйственный норматив от 2 до 33 000 раз. Для 49 веществ ПДКсан ниже ПДКр/х, разница между ними от 1,5 до 3500 раз.

Сравнение имеющихся в настоящий момент нормативов веществ в воде показало, что для различных веществ более жесткими могут быть как санитарные, так и рыбохозяйственные нормативы. Поэтому они не могут быть взаимозаменяемыми и должны определяться экспериментально для своей области применения и соблюдаться в зависимости от назначения водного объекта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дедков Ю. М. Современные проблемы аналитической химии сточных вод //Российский химический журнал. 2002. Т. 46. №. 4. С. 11-17.
2. Рахманин Ю. А. Актуализация проблем экологии человека и гигиены окружающей среды и пути их решения //Гигиена и санитария. 2012. №. 5.
3. Методические указания по разработке нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Утверждены приказом Росрыболовства № 695 от 04.08.2009 г.
4. Розенберг Г. С. и др. Опыт экологического нормирования антропогенного воздействия на качество воды (на примере водохранилищ Средней и Нижней Волги) // Вопросы экологического нормирования и разработка системы оценки состояния водоемов. 2011. С. 5.
5. Соколова С. А. Актуальные проблемы экологического нормирования качества воды рыбохозяйственных водных объектов//Вопросы экологического нормирования и разработка системы оценки состояния водоемов. 2011. С. 56.
6. Черкашин С. А. Биотестирование: терминология, задачи, основные требования и применение в рыбохозяйственной токсикологии //Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра). 2001. Т. 128. №. 1-3.

RATIONING OF POLLUTANTS FOR PRESERVATION OF WATER BIOLOGICAL RESOURCES AND WATER QUALITY OF FISHERY WATER OBJECTS

Trigub A.G., Dmitrieva E.S.

This article includes an overview of Federal Laws aimed at preserving water biological resources and their habitats. Also this paper presents comparative assessment of water quality standards from the ecological and hygienic point of view.

МЕЖГОДОВАЯ ДИНАМИКА ЛИПИДНОГО СОСТАВА ГЕПАТОПАНКРЕАСА
ЛИТОРАЛЬНЫХ МИДИЙ *MYTILUS EDULIS* L., ОБИТАЮЩИХ НА РАЗЛИЧНЫХ
БИОТОПАХ КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

Н.Н. Фокина, Т.Р. Руоколайнен, Г.А. Шкляревич*, Н.Н. Немова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии
Карельского научного центра Российской академии наук

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Петрозаводский государственный университет»

Двустворчатые моллюски, мидии *Mytilus edulis* L., широко используются как биоиндикаторы в мониторинге природных вод [Widdows, Donkin, 1992]. В настоящей работе с целью выявления биохимических показателей, отражающих состояние организма при обитании в постоянно изменяющейся литоральной среде обитания, обобщены результаты пятилетнего исследования липидного и жирнокислотного состава гепатопанкреаса мидий *Mytilus edulis* L., собранных на различных биотопах Кандалакшского залива Белого моря. Исследуемые места обитания моллюсков отличаются между собой не только гидрологическими характеристиками, но и степенью антропогенной нагрузки [Фокина и др., 2011]. Показана межгодовая динамика липидного состава гепатопанкреаса мидий, которая обусловлена как воздействием абиотических факторов окружающей среды (в частности, температуры и солености), так и трофическими взаимоотношениями в исследуемых сообществах. В частности, у мидий, обитающих на литорали в условиях хронического опреснения морской воды и частых разливов нефти (биотоп 1), отмечалось относительное постоянство в содержании структурных липидов (общие фосфолипиды и холестерин), тогда как на уровне запасных липидов (триацилглицеринов и эфиров холестерина) были выявлены альтерации на протяжении всего периода исследования (2009-2014 гг.). В тоже время у них наблюдались межгодовые изменения на уровне отдельных фракций фосфолипидов и в жирнокислотном составе общих липидов гепатопанкреаса. Так, в 2009 и 2010 гг. преобладание фосфатидилэтаноламина среди фосфолипидов сопровождалось повышенными концентрациями насыщенных жирных кислот в составе общих липидов. В 2013 году, наряду с пониженным содержанием мононенасыщенных жирных кислот, у них были отмечены повышенные концентрации лизофосфатидилхолина, сфингомиелина, а также n-3 и n-6 полиненасыщенных жирных кислот, главным образом, за счет докозагексаеновой 22:6n-3 и арахидоновой 20:4n-6 кислот. У мидий, обитающих на литорали в условиях высокой гидродинамической активности (прибойность и течения), стабильного соленостного режима, а также пониженной антропогенной нагрузки (биотоп 2), межгодовая динамика отмечалась на уровне всех исследуемых липидных показателей, за исключением триацилглицеринов, фосфатидилинозитола и фосфатидилсерина, а также некоторых жирных кислот, в том числе, эйкозапентаеновой 20:5n-3 кислоты. Как и у моллюсков с первого биотопа, в 2009 году гепатопанкреас мидий с биотопа 2 характеризовался повышенным содержанием фосфатидилэтаноламина, что, вероятно, указывает на воздействие пониженных температур на них независимо от местообитания. В 2010 году у мидий со второго биотопа отмечалось снижение концентрации большинства фракций фосфолипидов (в том числе, фосфатидилэтаноламина, сфингомиелина, фосфатидилхолина и его лизоформы) и повышение уровня эфиров холестерина. В 2011 году у них наблюдалось пониженное содержание холестерина и соотношения холестерин/фосфолипиды, а в 2014 году – повышенное содержание фосфолипидов. Для мидий, собранных в 2013 году, были характерны пониженные концентрации мононенасыщенных жирных кислот и повышенный уровень n-3 и n-6 полиненасыщенных жирных кислот, в частности, 22:6n-3 и 20:4n-6. Подобный эффект наблюдался в том же году у мидий с первого биотопа, где они

подвержены воздействию частых опреснений и разливов нефти. Данные особенности жирнокислотного спектра гепатопанкреаса мидий не зависят от исходного местообитания моллюсков и, вероятно, обусловлены климатическим режимом, характерным для Кандалакшского залива в 2013 году.

Поскольку, у двустворчатых моллюсков синтез полиненасыщенных жирных кислот ограничен или невозможен, и они получают эти жирные кислоты с пищей, жирнокислотный спектр мидий, как и всех консументов, служит трофическим маркером, отражающим состав их пищи [Viso, Marty, 1993; Zhukova et al., 1998]. Было показано, что, независимо от места сбора моллюсков, в 2009 и 2010 гг. в их гепатопанкреасе наблюдалось преобладание жирных кислот – маркеров диатомовых водорослей ($20:5n-3/22:6n-3 > 1$), тогда как в 2013 и 2014 гг. – динофлеллелат ($22:6n-3/20:5n-3 > 1$). Однако повышенное содержание таких мононенасыщенных жирных кислот, как $16:1n-7$ и $18:1n-7$ ($16:1n-7/16:0 > 1$ и $18:1n-7/18:1n-9 > 1$) в составе общих липидов гепатопанкреаса мидий, обитающих на литорали первого биотопа, по сравнению с моллюсками со второго биотопа с повышенной гидродинамической активностью (течения и прибойность), свидетельствует, вероятно, о преобладании в их пищевом рационе бактерий, ассоциированных с детритом или эпибионтной пленкой на поверхности каменистых грунтов и раковин моллюсков [Латышев и др., 2001].

Таким образом, межгодовая вариабельность липидного и жирнокислотного состава гепатопанкреаса литоральных мидий *Mytilus edulis* L., обитающих на различных биотопах Кандалакшского залива Белого моря, обусловлена воздействием абиотических факторов окружающей среды, гидродинамическими характеристиками исследуемых местообитаний, а также антропогенной нагрузкой.

Авторы выражают благодарность сотрудникам Федерального государственного бюджетного учреждения «Кандалакшский государственный природный заповедник за помощь и содействие в сборе материала на территории заповедника.

Результаты данного исследования получены с использованием ЦКП научным оборудованием ИБ КарНЦ РАН.

Финансовое обеспечение исследования осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания № 0221-2014-0003 и программы Президиума РАН № 21 «Биоразнообразие природных систем. Биологические ресурсы России: оценка состояния и фундаментальные основы мониторинга», проект № 0221-2015-0003.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Латышев Н. А., Хардин А. С., Кияшко С. И. Жирные кислоты как маркеры пищевых источников морских звезд // Доклады Академии наук. 2001. Т.380. №5. С. 1-3.
2. Фокина Н. Н., Руоколайнен Т. Р., Фомина О. В., Лесонен Н. В., Шкляревич Г. А., Немова Н. Н. Липидный состав литоральных мидий *Mytilus edulis* L. из различных биотопов Кандалакшского залива Белого моря // Ученые записки ПетргУ. 2011. №8 (121). С. 7-13.
3. Viso A. C., Marty J. C. Fatty acids from 28 marine microalgae // Phytochemistry. 1993. V. 34(6). P. 1521-1533.
4. Widdows J., Donkin P. Mussels and environmental contaminants: bioaccumulation and physiological aspects // Gosling E (eds) The mussel *Mytilus*: ecology, physiology, genetics and aquaculture. Amsterdam: Elsevier. 1992. P. 383–424.
5. Zhukova N. V., Imbs A. B., Yi L. F. Diet-induced changes in lipid and fatty acid composition of *Artemia salina* // Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology. 1998. V. 120(3). P. 499-506.

INTERANNUAL DYNAMIC OF THE DIGESTIVE GLAND LIPID COMPOSITION IN INTERTIDAL BLUE MUSSELS *MYTILUS EDULIS* L. FROM THE DIFFERENT BIOTOPES IN THE KANDALAKSHA BAY OF THE WHITE SEA

N.N. Fokina, T.R. Ruokolainen, G.A. Shklyarevich, N.N. Nemova

Interannual dynamic of the lipid composition in the digestive glands of intertidal blue mussels *Mytilus edulis* L. caused by both the influence of abiotic environmental factors (such as temperature and salinity) and trophic relationships in the studied biotopes in Kandalaksha Bay of the White Sea was shown.

УДК 556.18

ВЛИЯНИЕ СОЛЕННОСТИ НА СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ В ЗОНЕ СМЕШЕНИЯ МОРСКИХ И РЕЧНЫХ ВОД

Т.В.Хмара, К.А.Слепчук

Морской гидрофизический институт РАН

Влияние факторов внешней среды на гидробионты различно. По отношению к одним факторам (например, температура воды) организмы обладают широким диапазоном выносливости и выдерживают значительные отклонения интенсивности фактора от оптимальной величины, а по отношению к другим (например, соленость воды) – они неприемлемы.

Соленость является одним из важных лимитирующих фактов существования водных экосистем. Из гидрохимических изменений в градиенте солености решающее значение имеет изменение солености воды относительно 5 ‰ (критическая соленость) к более высокой солености – преимущественно «морской», и к меньшей солености – «пресноводной». Как следствие этого, соленость представляет именно то узловое звено, управление которым позволяет до известной степени изменять физико-химический и биологический режимы водоема [6].

Для экосистем мелководных морей с ограниченным водообменом и открытых лиманов характерна относительно низкая живучесть. Этот эффект объясняется низким видовым разнообразием флористических и фаунистических комплексов, которые в случае изменения или прерывания функциональных связей в ней не могут быть продублированы. Тогда экосистема либо деградирует, либо погибает. Этот эффект называют «парадоксом солоноватых вод» [6], сущность которого состоит в высокой биопродуктивности водоема при минимальном разнообразии видов.

Сходство ионного состава морской воды и жидкости внутри организмов дало основание говорить о внутренней солености около 5 – 8 ‰, которая погранична для физиологических и биохимических процессов. Лабораторные эксперименты показали, что в градиенте солености экологические, физиологические и гидрохимические характеристики изменяются не линейно, а с заметным переломом, приходящимся на соленость примерно 5 – 8 ‰, которая по этой причине и была названа критической. Совпадение границ вод разной солености с резким изменением течения экологических и физиологических процессов признавалась определенным свойством растворов природных вод и жидкостей внутренней среды организмов [5].

Наиболее яркой чертой зоны критической солености считалось явление, описанное для Балтийского моря и названное минимумом видов. Благодаря тому, что до солености 5 – 8 ‰ доходит, в своем проникновении в пресные воды, лишь небольшое число морских видов, а в сторону моря – лишь небольшое число пресноводных видов, именно здесь общее число видов оказывается минимальным [5].

Однако позже было обращено внимание на то, что общее количество видов в Балтийском море при солёности 5 – 8 ‰ оказывается даже большим, чем при меньшей или несколько большей солёности. Это можно объяснить тем, что в этой зоне встречаются виды и морские, и пресноводные, общее число которых, будучи суммированным, оказывается более высоким, чем на флангах зоны. Конечно же, это не должно противоречить представлениям о том, что именно здесь происходят процессы стыка разнородных фаун.

По вертикали из-за солёностной стратификации в галоклине располагаются т.н. градиентные организмы (они обладают биологической способностью удерживаться в зоне смешения вод) [2]. Этот слой довольно тонкий (не более 2 м) характеризуется перепадом концентраций химических элементов. В результате создается узкий вертикальный биологический барьер. Проявление «парадокса солоноватых вод» можно обнаружить в открытых лиманах (например, Березанский, Тилигульский, Хаджибейский, Днепровско-Бугский) при определенных гидрометеорологических и гидрологических условиях. В Днепровско-Бугском лимане процессы взаимодействия речных и морских вод происходят наиболее активно.

Днепровско-Бугский лиман является проточным водоемом, в котором происходит разгрузка речных вод Днепра и Южного Буга. Процессы водообмена и гидрометеорологические условия формируют солевой режим лимана. В [1] отмечается, что современное снижение рыбопродуктивности в Днепре в целом – это не предел, поскольку негативные изменения среды обитания, вызванные зарегулированием русла плотинами шести водохранилищ, продолжаются: в море из-за подтоплений и все более сухого климата доходит все меньше пресной воды.

Солёность воды в Днепровско-Бугском лимане может очень сильно колебаться и зависит, с одной стороны, от направления и скорости ветра, с другой – от попусков опресненных вод Каховского водохранилища.

До зарегулирования реки Днепр весной и в первую половину лета происходил паводок, в остальное время сток был минимальным. К концу 60-х гг. из-за строительства ряда водохранилищ паводки почти исчезли. При сочетании слабого течения и западного ветра солёная вода по судоходному каналу, глубина которого составляет в среднем 12 м, может доходить до Херсона.

Основным элементом, определяющим неоднородную структуру поля солёности поверхностного слоя, является солёностный фронт шириной около 18 км, который разделяет морские воды с солёностью 8 ‰ с водами лимана с солёностью менее 4 ‰. В зависимости от колебания стока речных вод, преимущественно р. Днепр, ширина и интенсивность фронта несколько меняется. Так, во время паводка (май) солёностный фронт становится уже (15 км), солёность на морской границе 3 ‰, со стороны лимана 1,5 ‰, величина горизонтального градиента не превышает 0,1 ‰.

Для расчета распределения полей солёности в лимане при разных значениях стока рек Днепр и Южный Буг использовалась трехмерная нестационарная гидротермодинамическая модель [3]. Данные гидрометеорологических параметров, которые наблюдались во время проникновения клина солёных вод в морское устье рек Днепр и Южный Буг, были получены из литературных источников [4]. Расчеты проводились за период времени один месяц для условий, соответствующих тем, когда наблюдались явления проникновения клина солёной воды.

На рисунке 1, а, б представлено распределение поля солёности на поверхности и в придонной области лимана при расходах рек Днепр и Южный Буг 348 и 91 м³/с соответственно. Ветер переменный 1 – 5 м/с. Наблюдается формирование солевого языка и осолонение лимана. Солёная вода может выходить из канала и распространяться на значительное расстояние от него у дна (рисунок 1, д). Сравнение расчетных данных с данными измерений демонстрирует удовлетворительное согласование результатов [4].

На рисунке 1, в, з представлены поля течений в поверхностном и придонном слоях. Хорошо видно, как морская вода проникает в центральную часть лимана по судоходному каналу, в то время как речная вода под действием стока рек направлена в сторону моря.

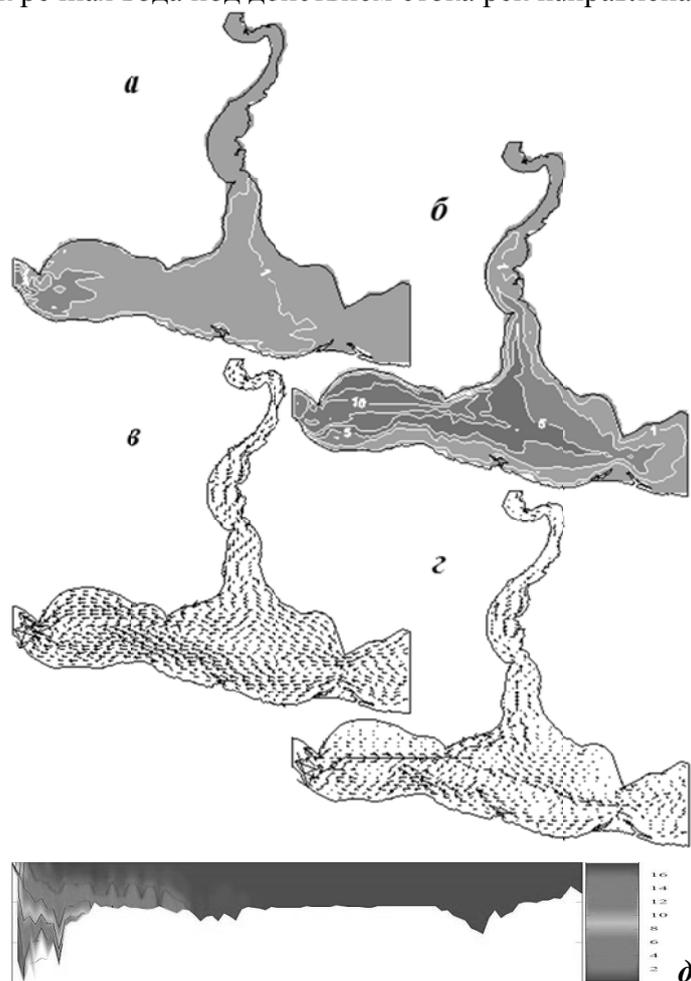


Рисунок 1 - Соленость на поверхности (а) и у дна (б), поле скорости течений на поверхности (в) и у дна (г), распределение солёности по разрезу Очаков – Херсон (д).

Данная модель демонстрирует характер распределения полей течений и солёности в лимане. Показано, что при определенных условиях формируется двухслойная структура распределения солёности по глубине. При сильных ветрах, со скоростями 10 м/с и выше, происходит интенсивное перемешивание вод по всей глубине лимана, и распределение солёности принимает однородный характер. Сгонный северо-восточный ветер приводит к опреснению лимана, воздействие нагонного юго-западного ветра приводит к его осолонению.

Повышение уровня солёности, смещение годового солевого баланса и фронта солёности является важной причиной угнетения лиманных биогеоценозов. Наибольший ущерб экосистеме и экономике наносит периодическая массовая гибель рыб, заморы. Баланс веществ в водоеме изменяется и влечет за собой появление сероводорода, губительного для ихтиофауны и других организмов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Верлатый Д.Б., Межжерин С.В., Федоренко Л.В. Видовой состав и численность проходных и пресноводных рыб Нижнеднепровской эстуарной системы: динамика в XX ст. в сравнении с нижним Дунаем // Вестник зоологии. 2009. 43(3). С.231-244.
2. Заварзин Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии. М.: Наука, 2003. 348 с.
3. Иванов В.А., Тучковенко Ю.С. Прикладное математическое моделирование качества вод шельфовых морских экосистем. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 2006. 368

с.

4. Миньковская Р.Я. Океанография морского устья рек Днепр и Южный Буг. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 2011. 515 с.

5. Хлебович В.В. Критическая соленость биологических процессов. Л., 1974. 231 с.

6. Ястреб В.П., Хмара Т.В. Соленость вод как условие существования экосистем открытых лиманов // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. 2007. вып.15. С.346-358.

INFLUENCE OF SALINITY ON THE ECOSYSTEM STATE IN THE SEA AND RIVER WATER ZONE OF MIXING AREA

T.V.Khmara, K.A.Slepchuk

Influence of salinity on the ecosystems of shallow sea with limited water exchange and open estuaries is described. The penetration of salt water wedge was modeled the Dnieper-Bug estuary as an example. The field currents on the surface and in the bottom layer are demonstrated.

УДК 504.454(06)

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРУДА ФОРЕЛЕВОГО В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В 2015-2016 Г.Г.

Н.А. Цупикова, Ю.С. Костыря

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

Пруд Форелевый (карьер Прибрежный) расположен в западной части Калининградской области, в 50-200 м от Калининградского залива в пределах Прегольской озерно-ледниковой равнины. Пруд образовался в результате затопления в 1960-1970 гг. песчаного карьера, разрабатывавшегося с начала XX в. В нормативных документах и обиходе пруд обычно называют озером.

Озеро вытянулось с юго-запада на северо-восток, длиной более 1700 м. Береговая линия довольно изрезана, имеется несколько мелких заливов и береговых выступов. Котловина имеет типичный для водоемов карьерного типа очень сложный рельеф дна и большие глубины, до 20 м в западной части.

Водоем питают грунтовые воды, атмосферные осадки, сток с прилегающей заболоченной местности. Вода поступает также от четырех скважин, расположенных на территории форелевого хозяйства. Каналом озеро связано с заливом, водообмен с которым зависит от направления ветра. В целом, преобладает сток из озера в залив, но при достаточно сильных ветрах северных направлений вода может поступать из залива, хотя ее влияние обычно не распространялось дальше прибрежной зоны северного, северо-восточного берега. Залив является водным объектом высшей рыбохозяйственной категории

Береговая растительность характерна для заболоченных лугов. В восточной части и местами на северо-западе располагаются заросли тростника.

С марта 2015 г. (после вскрытия ото льда) пробы отбираются ежемесячно из поверхности горизонта. На акватории озера *были определены 3 станции* отбора проб (первая станция у форелевого хозяйства, а вторая на участке с типичным зарастанием берега, третья у прибрежной полосы отдыха). Данные, приведенные на графиках, осреднены по трем станциям.

Анализ собранных материалов позволяет сказать, что озеро сильно эвтрофировано. Содержание растворенного кислорода в основном снижено, обычно наблюдается недосыщение на уровне 60-70 %, а летом – дефицит, даже на пике фотосинтеза оно редко достигало более 50 % (рисунок 1).

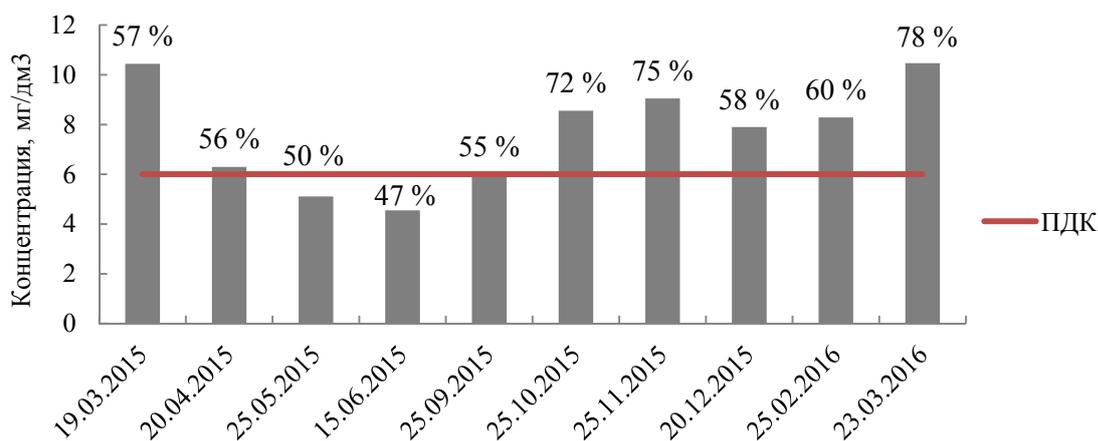


Рисунок 1 – Растворенный кислород, мг/дм³ и %

В воде содержится достаточно много легко окисляемых органических веществ. В соответствии с классификацией О.А. Алекина [1], озеро можно отнести к водоемам со средней (на пределе верхней границы этой градации) или повышенной окисляемостью, причем временной ход величины окисляемости не имеет четко выраженных трендов и часто превышает нормативные значения для форелевых прудов (рисунок 2)

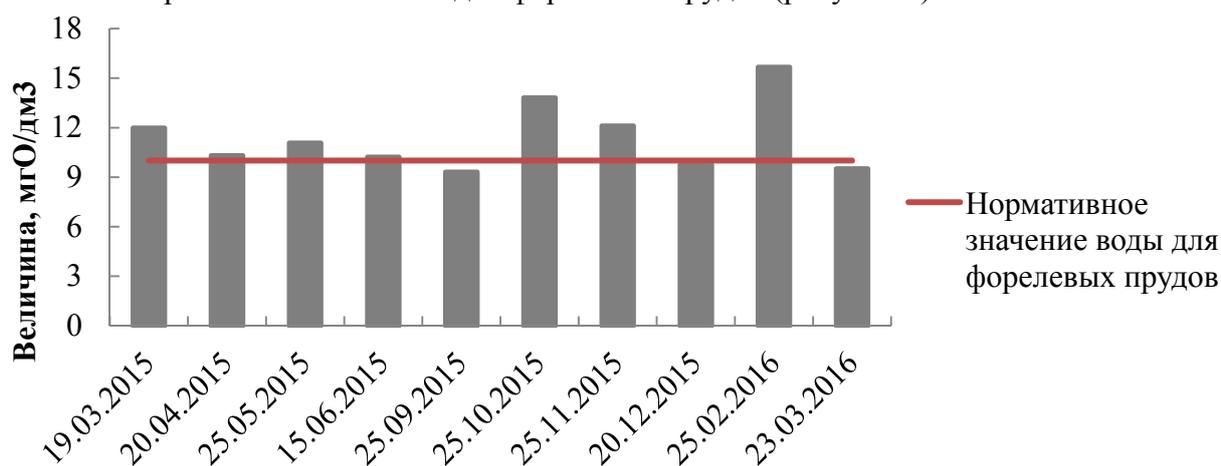


Рисунок 2 – Перманганатная окисляемость, мгО/дм³

Повышенная концентрация ионов аммония является индикатором ухудшения санитарного состояния оз. Форелевого, воды которого по содержанию азота аммонийного можно оценить как загрязненные. В большей части исследуемого периода он существенно превышал нормативное значение вод для форелевых прудов. В октябре достигал максимальных значений вдоль садковой линии более 3 мг/дм³ (рисунок 3).

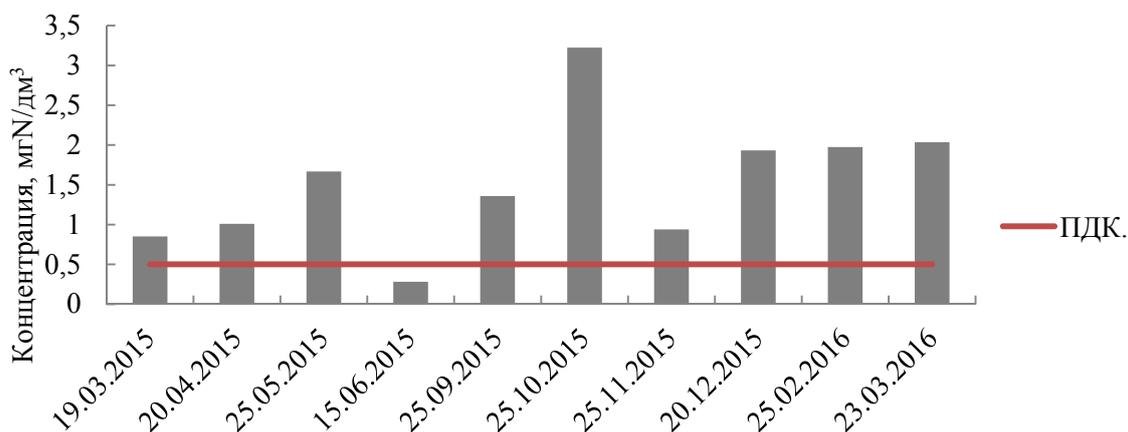


Рисунок 3 – Азот аммонийный, мгN/дм³

Содержание других биогенных элементов в целом не слишком велико. В летний период времени нитриты не были обнаружены, в декабре на юго-западе их концентрация составила 0,424 мгN/дм³, что многократно превышает нормы ОСТ и свидетельствует о загрязнении от внешних источников (рисунок 4).

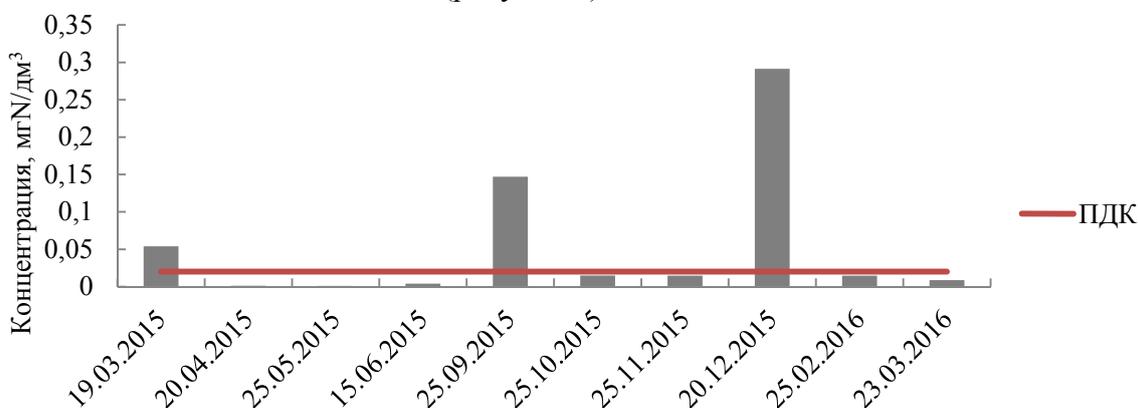


Рисунок 4 – Нитриты, мгN/дм³

Изменение концентрации общего железа свидетельствует о снижении доли грунтовых и морских вод в питании водоема, летом 2015 г. оно не было обнаружено, в осенний - весенний период возрастало, но не превышало нормативных значений.

В тоже время нельзя не отметить накопление фосфатов: их концентрация в ноябре и декабре 2015 г. составила 0,145-0,322 мгP/дм³. Это часто приводит к бурному росту водорослей, цветению воды в теплое время года (рисунок 5).

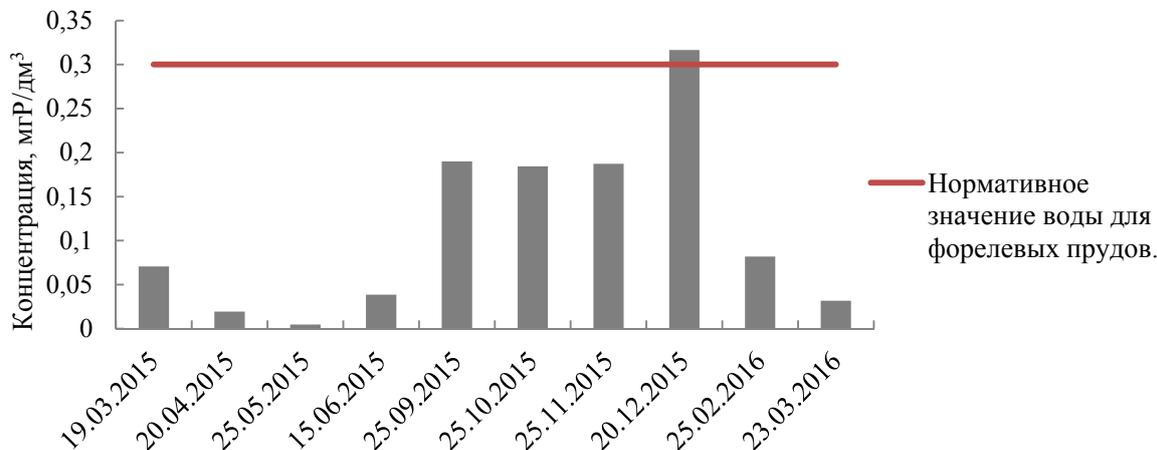


Рисунок 5 – Фосфаты, мгP/дм³

Сопоставление осредненных результатов, полученных в 2015-2016 г.г., с требованиями ОСТ [3] для форелевых и карповых прудов показало, что по большинству исследованных нормируемых показателей вода отвечает требованиям, предъявляемым к карповым водоемам, но в отдельные месяцы превышает допустимые границы по концентрации нитритов и ионов аммония. Для форелевых рыб исследованная вода не подходит как из-за пониженного содержания кислорода, так вследствие повышенной величины перманганатной окисляемости и азота аммонийного.

Согласно ГОСТ 17.1.2.04-77 [2] воды озера оцениваются как «умеренно загрязненные» по большинству исследованных показателей, что соответствует мезо-сапробному классу.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 443 с.
2. ГОСТ 17.1.2.04-77. Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов // сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. С.51-62.
3. Охрана природы. Гидросфера. Вода для форелевых и карповых хозяйств. Общие требования. ОСТ 15-282-83. Издание официальное. М.: ВНИРО, 1983. 14 с.

ECOLOGICAL SITUATION IN THE FORELEVY POND IN THE KALININGRAD REGION IN 2015-2016

Tsoupikova N.A., Kostyrya Y.S.

The article gives a brief overview of changes in the ecological status of the Forelevy Pond During 2015-2016. The content of nutrients, dissolved oxygen and the amount of permanganate oxidation were used as the main hydrochemical parameters for evaluating it ecological condition.

УДК 556.18 (470.26)(06)

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРУДА ПОПЛАВОК (КАЛИНИНГРАД) В 2015 ГОДУ

Цупикова Н.А., Дроздова А.С.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

В Калининграде насчитывается более ста водных объектов, одним из которых является пруд Поплавок (более распространено неофициальное название Хлебное озеро) – искусственный водоем, созданный в начале XX века для ликвидации подтоплений прилегающих территорий.

Водоем располагается недалеко от центра города, в жилом районе с преобладающей мало- и среднеэтажной застройкой; состоит из двух примерно равных половин, которые соединяются тремя протоками. Площадь водной поверхности пруда составляет около 7 га. Размеры его западной части – 200 м в длину и 20-80 м в ширину, восточной части – 160 м в длину и 80 м в ширину. Глубина водоема небольшая – от 1,5 до 3 м.

В советское время на территории, прилегающей к пруду, чистота и порядок поддерживались силами городских властей и шефствующей организации, которые осуществляли уборку мусора и поддержание инфраструктуры. Но в 90-е гг., с ликвидацией предприятия-шефа и хронической нехваткой средств, в городском бюджете, пруд Поплавок оказался забытым на 20 лет и постепенно превратился из прекрасного места отдыха в один из многочисленных заброшенных участков Калининграда. Пруд начал зарастать, его дно постепенно заиливалось.

В период с 2008 г. по 2014 г. по муниципальному заказу была проведена реконструкции этой зоны отдыха, которая включала обследование подпорных стенок и причала, очистку пруда от донных отложений, берегоукрепление, реконструкцию трех мостов, водовыпусков, строительство променада, дождевой канализации и дренажа, благоустройство и озеленение прилегающих к пруду территорий, освещение набережной и др. В процессе работы по реконструкции пруда разбиралась дамба, которая отделяла одну часть водоема от другой. Пруд осушался, создавались запруды, вода переливалась из одной части в другую. При заполнении пруда бурилась скважина до грунтовых вод, в настоящее время он пополняется грунтовыми водами и влагой атмосферных осадков. Всего на реконструкцию пруда было затрачено 112 млн рублей, и его набережная пруда была открыта в апреле 2014 г. [4].

Пруд быстро стал активно используемой рекреационной зоной для жителей всего города, излюбленным местом отдыха многих горожан. По словам опрошенных рыбаков (июнь 2015 г.) в пруду обитают караси, плотва, окунь, иногда попадался карп зеркальный и даже щука. В пруду плавают много уток и лебедей.

Экологический мониторинг на данном пруду ежемесячно проводится силами преподавателей и студентов кафедры ихтиологии и экологии КГТУ с февраля 2015 г. с целью контроля его экологического состояния после полной очистки и реконструкции и оценки антропогенного воздействия. Поскольку водоем характеризуется небольшим размером, малой глубиной и непроточностью, в качестве основных комплексных индикаторов экологического состояния его вод были выбраны содержание биогенных элементов, растворенного кислорода и величина перманганатной окисляемости. Пробы отбирались из поверхностного горизонта; данные осреднены по станциям, т. к. выявленные пространственные различия их значений по площади пруда невелики.

За время исследования температура воды пруда Поплавок изменялась в соответствии с ходом температуры воздуха и составляла 4-6 °С в холодное время года и 20-22 °С – в теплое. Количество органических веществ, содержащихся в воде пруда, не слишком велико. Согласно классификации О. А. Алекина [1], перманганатная окисляемость, в основном, была средней и только в конце лета стала слегка повышенной (рисунок 1).

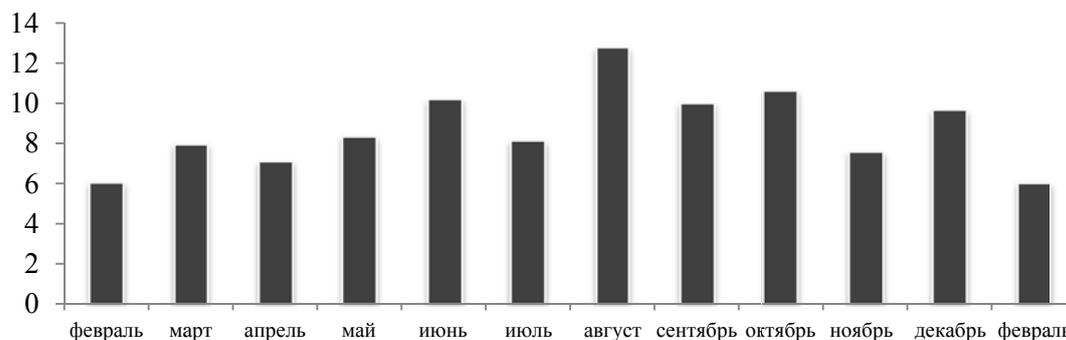


Рисунок 1 – Величина перманганатной окисляемости, мгО/дм³

По величине водородного показателя воды чаще всего оценивались как нормальные (в среднем рН = 8,5), но с июля воды становятся подщелочными и в сентябре значение рН достигло своего максимума, составив 9,3.

Воды пруда в целом достаточно богаты растворенным кислородом : его концентрация не опускается ниже 6 мг/дм³, а в конце лета-начале осени (в августе-сентябре) превышает 13 мг/дм³. Относительное содержание кислорода в воде летом на пике фотосинтеза достигает значительного пересыщения (до 150-160 % в августе), с февраля по май наблюдалось легкое недосыщение (рисунок 2).

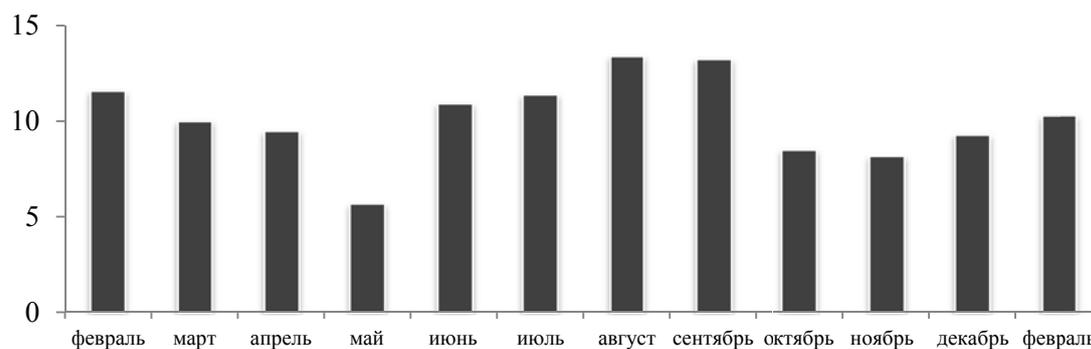


Рисунок 2 – Концентрация в воде растворенного кислорода, мг/дм³

Содержание исследованных биогенных элементов в целом соответствует нормативам для рыбохозяйственных водоемов (рисунок 3).

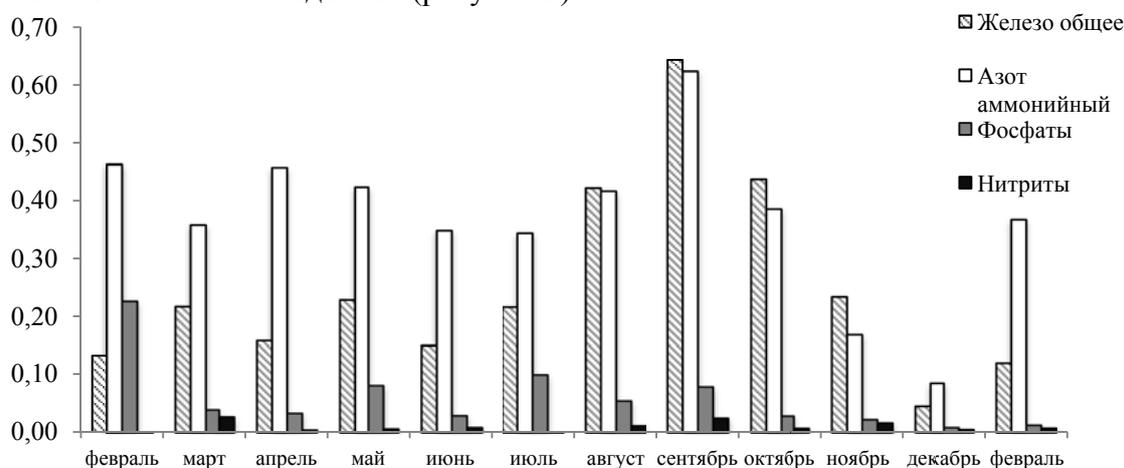


Рисунок 3 – Концентрация биогенных элементов, мг/дм³

Только содержание общего железа постоянно существенно многократно превышает рекомендованные значения (более 0,64 мг/л в сентябре), что, вероятно, обусловлено преобладающим подземным питанием пруда.

Содержание азота аммонийного всегда довольно высокое, близкое к предельному, и в сентябре достигает максимума (более 0,6 мг/дм³). Причем наибольшая концентрация аммония совпала в самым высоким значением рН воды, что усиливает его токсичность. Поскольку в пруд не поступают сельскохозяйственные, хозяйственно-бытовые или промышленные сточные воды, можно предположить, что присутствие больших количеств ионов аммония связано, главным образом, с протекающими в водоеме биохимическими процессами (деградация белков, дезаминирование аминокислот и др.) и его подземным питанием (фоновые концентрации аммония в подземных водах Прибалтийского бассейна – в диапазоне от 0,5 до 3,5 мг/дм³ и более [3]). Концентрация нитритов была в пределах нормы в течение всего периода наблюдений, что типично для поверхностных вод суши.

Колебания содержания соединений фосфора невелико и в целом соответствует нормальному сезонному ходу. Несколько повышенное значение (более 0,2 мг/дм³) наблюдалось только в конце зимы (в феврале).

Наши наблюдения показали, что на протяжении вегетационного периода в 2015 г. по большинству исследованных показателей (особенно по содержанию фосфатов и азота аммонийного) воды пр. Поплавков согласно ГОСТ 17.1.2.04-77 [2] оцениваются как «загрязненные», что соответствует мезосапробному классу, но по некоторым показателям (нитриты и часто перманганатная окисляемость) – как «чистые» (олигосапробные).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алекин О. А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 413 с.
2. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов // сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. С. 51-62.
3. Закутин В. П. Аммонийсодержащие подземные воды (условия формирования и распространения) / В. П. Закутин, Н. Н. Чугунова, Д. А. Фетисенко, З. Н. Пантелеева, А. А. Богомолова // Водные ресурсы. 1995. Т. 22. № 6. С. 726-737.
4. Калининградский интернет-портал «Экслав.ру»: Вандал проникает. Пруд «Поплавок» вновь подвергся атаке вандалов. 18.06.2015 [Электронный источник] // URL: <http://exclav.ru/sobyitiya/kaliningrad/vandal-pronikaet.-prud-poplavok-vnov-podvergsya-atake-van.html> (дата обращения: 14.04.2016).

ECOLOGICAL CONDITION OF THE POPLAVOK POND (KALININGRAD) IN 2015

N.A.Tsoupikova, A.S. Drozdova

The paper describes the dynamics of the ecological condition of the Poplavok Pond (Kaliningrad) throughout most of the growing season in 2015. Status of the reservoir was evaluated by the content of nutrients, dissolved oxygen and the level of permanganate oxidation in its water.

IV БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ
МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
**«Водные биоресурсы, аквакультура
и экология водоемов»**

24-25 мая 2016 года

ТРУДЫ

Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
236022, Калининград, Советский проспект, 1
Лицензия №05609 от 14.08.01

Подписано в печать 13.05.2015 г. Формат 60x88 1/8
Печ.л. 23,0 Уч.-изд. л. 19,8. Тираж 100 экз. Заказ 26.