

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ» (ФГБНУ «ВНИРО»)



**VII Научно-практическая конференция молодых ученых
с международным участием**

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

14-15 ноября 2019 года

г. Москва

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт

рыбного хозяйства и океанографии»

(ФГБНУ «ВНИРО»)

VII научно-практическая конференция молодых учёных

с международным участием

**СОВРЕМЕННЫЕ
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА**

14-15 ноября 2019 года, г. Москва

Москва

Издательство ВНИРО

2019

Рецензенты:

Кловач Н.В., д.б.н., начальник отдела тихоокеанских лососей ФГБНУ «ВНИРО»;

Микодина Е.В., д.б.н., начальник отдела «Аспирантура и докторантура» ФГБНУ «ВНИРО»;

Симдянов Т.Г., к.б.н., доцент кафедры зоологии беспозвоночных Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова

С56 **Современные** проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: материалы VII научно-практической конференции молодых учёных с международным участием / Под ред. И.И. Гордеева, К.А. Жуковой, К.К. Киввы, А.М. Сытова, Д.М. Палатова – М.: Изд-во ВНИРО, 2019. – 542 с.



Уважаемые участники VII научно-практической конференции молодых ученых «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса»!

Вы, молодое поколение, - продолжатели лучших отечественных научных практик, авторы сегодняшних и будущих открытий. В ваших силах внести значимый вклад в новые достижения рыбохозяйственной отрасли России и престиж нашей страны, богатой не только природными ресурсами, но и имеющей большой научный потенциал.

Конференция молодых учёных - прекрасная возможность для обсуждения важных вопросов различных направлений отраслевой науки, как теоретического, так и прикладного характера, обмена мнениями молодых исследователей, работающих в области изучения и рационального использования биологических ресурсов Мирового океана.

Уверен, что встреча даст нужный импульс развитию рыбохозяйственной науки, аккумулирует научную мысль на поиск решения актуальных проблем рыбной отрасли!

Желаю участникам конференции плодотворной работы, творческой результативной дискуссии, приобретения партнерских и дружеских контактов.

Заместитель Министра сельского хозяйства Российской Федерации -
руководитель Федерального агентства по рыболовству,

кандидат экономических наук

Илья Васильевич Шестаков



Уважаемые коллеги и друзья!

Приветствую Вас на VII научно-практической конференции молодых учёных с международным участием «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса».

Привлечение молодежи в науку и инновационную деятельность – важнейшее условие нашей конкурентоспособности не только на национальном, но и глобальном уровнях. Каждый из Вас уже сегодня делает вклад в инновационное развитие рыбохозяйственного комплекса России.

Научные конференции – это замечательный праздник науки, на котором молодые учёные и специалисты получают возможность представить научному сообществу результаты своих исследований и получить немаловажный опыт публичных выступлений.

Уверен, что эта, уже седьмая по счету конференция молодых ученых во ВНИРО, будет содействовать укреплению научного сотрудничества, а ее результаты найдут воплощение на практике.

Искренне желаю всем участникам Конференции успехов, новых впечатлений и деловых контактов, уверенности в своих силах и удачи во всех начинаниях!

Директор ФГБНУ «ВНИРО»
кандидат экономических наук, доцент

Кирилл Викторович Колончин

Чешуя сибирского хариуса среднего течения р. Енисей как потенциальный маркер жилых и мигрирующих рыб

П.Ю. Андрущенко^{1,2}, И.В. Зуев², С.М. Чупров², Т.А. Зотина^{1,2}

¹Сибирский Федеральный Университет, г. Красноярск

²Институт Биофизики, Красноярский научный центр СО РАН, г. Красноярск

e-mail: pandrushchenko1995@mail.ru

Ключевые слова: сибирский хариус, чешуя, годовые кольца, склериты, миграции.

Аннотация: Представлена информация о количестве склеритов в законченных годовых кольцах у сибирского хариуса из разных популяций бассейна реки Енисей. Показано, что подавляющее большинство особей из основного русла среднего Енисея характеризуется уникальным строением чешуи, имеющей достоверно большее число склеритов во втором, третьем и четвертом годовых кольцах. Незначительная доля рыб, обладающих чешуями с меньшим числом склеритов, может рассматриваться в качестве мигрантов из водотоков придаточной системы.

Сибирский хариус является одним из наиболее массовых и изученных промысловых рыб среднего течения р. Енисей (от плотины Красноярской ГЭС до устья р. Ангара) (Зуев и др., 2017). Авторами, использующими местного хариуса для анализа распределения по экосистеме реки тяжелых металлов, радионуклидов и полиненасыщенных жирных кислот предполагается, что изученные рыбы являются жилыми и провели весь предшествующий жизненный цикл именно в основном русле Енисея. Однако, хариусам, как и большинству видов лососеобразных, свойственны нерестовые миграции в придаточные водотоки (Kristiansen, Dølving, 1996), в большом количестве представленные на участке среднего Енисея. Таким образом, считающаяся единой популяция сибирского хариуса в магистральном водотоке потенциально может быть представлена смесью жилых особей и рыб, рожденных или прошедших часть жизненного цикла в придаточном водотоке. Прямые исследования миграций хариуса на участке среднего Енисея никогда не проводились. Неизвестными остаются вопросы о соотношении жилых и мигрирующих рыб, а также о способах их идентификации. Последнее крайне важно для корректной интерпретации некоторых результатов, особенно в тех случаях, когда объем выборки невелик.

Проведенные ранее исследования показали, что скорость роста хариуса на участке среднего Енисея значительно превышает таковую у рыб из придаточной системы (Иванова и др., 2015). Нами выдвинуто предположение, что строение чешуи быстрорастущих особей хариуса также уникально относительно рыб из прочих популяций. Подтверждение данной гипотезы дает возможность для упрощенной идентификации временных мигрантов из водоемов придаточной системы. Таким образом, цель работы заключалась в выявлении особенностей строения чешуи хариуса среднего течения р. Енисей, как потенциального маркера при идентификации жилых и мигрирующих особей.

Выборка сибирского хариуса была собрана в течение 2007-2018 гг. на двух участках среднего течения р. Енисея – в районе п. Хлоптуново (438 экз.) и п. Овсянка (39 экз.). Кроме основной выборки, использовали архивные материалы кафедры водных и наземных экосистем СФУ по хариусу, собранные на крупных притоках Енисея: р. Амыл (2003); р. Кан (1990); р. Нижняя Тунгуска (2008); р. Большая Хета (2006). В пределах каждой из перечисленных выборок было обработано около 50 экз.

В качестве потенциального маркера, позволяющего идентифицировать мигрирующих и жилых хариусов, использовали количество склеритов в законченных годовых кольцах чешуи. Поскольку основу промысла хариуса на исследованном участке составляют особи

мелких и средних размеров, анализировали годовые кольца только 1-4 годов. От каждой особи было использовано 2-3 чешуи. Число склеритов подсчитывали под стереомикроскопом в одной проекции на всех чешуях, для исключения возможной изменчивости по данному показателю (Каев, Пулькина, 2016). В качестве оптимальной проекции, дающей наиболее четкую картину, использован сектор между краниальным и дорсальным полем чешуи (Дгебуадзе, Чернова, 2009).

Статистически значимые различия ($p < 0,05$) в числе склеритов у хариусов из разных водотоков бассейна Енисея обнаружены для всех законченных годовых колец. В случае первого годового кольца выделяется только популяция из р. Большая Хета, характеризующаяся несколько меньшим числом склеритов. Для всех других колец характерно выделение популяции из среднего Енисея, где число склеритов превосходит аналогичные показатели рыб из других популяций в 1,5-2 раза (табл. 1).

Таблица 1. Количество склеритов (среднее \pm стандартное отклонение) в первых четырех законченных годовых кольцах сибирского хариуса из водотоков бассейна р. Енисей. Индексами обозначены статистические сходные значения (при $p < 0,01$) по критерию Тьюки по столбцам

Район	1 кольцо		2 кольцо		3 кольцо		4 кольцо	
	M \pm SD	n	M \pm SD	n	M \pm SD	n	M \pm SD	n
р. Енисей	8,1 \pm 1,4 ^a	477	17,6 \pm 1,1 ^b	435	14,9 \pm 1,4 ^b	146	11,3 \pm 1,8 ^b	13
р. Амыл	8,2 \pm 0,7 ^a	50	10,7 \pm 0,8 ^a	50	9,0 \pm 2,2 ^a	50	5,5 \pm 1,4 ^a	38
р. Кан	7,8 \pm 0,9 ^a	52	9,6 \pm 1,3 ^a	52	8,8 \pm 2,1 ^a	50	5,8 \pm 1,9 ^a	39
р. Н. Тунгуска	7,5 \pm 0,8 ^a	50	10,0 \pm 0,9 ^a	50	9,0 \pm 1,9 ^a	49	6,3 \pm 2,1 ^a	38
р. Б. Хета	6,0 \pm 0,7 ^b	51	8,7 \pm 1,1 ^c	51	9,6 \pm 1,5 ^a	51	9,0 \pm 1,9 ^c	51
F	34,2		1931		243,3		43,5	
p	<0,01		<0,01		<0,01		<0,01	

Результаты исследования свидетельствуют о существенных различиях в строении чешуи хариуса из основного русла среднего Енисея, сравнительно с популяциями вида из притоков. Увеличенное число склеритов во 2-4 годовых кольцах может считаться морфологическим маркером изученных рыб, отражающим специфику их роста в среднем Енисее. Однако, незначительная часть (менее 5%) особей из среднего течения Енисея характеризовалась нетипичным строением чешуи, в большей степени соответствующим рыбам из притоков. Это дает основание считать, что современный состав популяции хариуса на незамерзающем зимой участке среднего Енисея сформирован прежде всего жилыми особями.

Список литературы

- Brophy D. 2014. Analysis of growth marks in calcified structures: insights into stock structure and migration pathways. *Stock Identification Methods*, 141-170.
- Kristiansen H., Dølving K.B. 1996. The migration of spawning stocks of grayling *Thymallus thymallus*, in Lake Mjøsa, Norway. *Environmental biology of fishes* 47(1), 43-50.
- Дгебуадзе Ю.Ю., Чернова О.Ф. 2009. Чешуя костистых рыб как диагностическая и регистрирующая структура. М: Товарищество науч. изд. КМК, 315 с.
- Зуев И.В. и др. 2017. Сезонные изменения в рационе питания и относительной упитанности сибирского хариуса *Thymallus arcticus* на участке среднего течения р. Енисей. *Сиб. Экол. Журн.* 24(3), 287-297.
- Иванова Е.В., Оськина Н.А., Зуев И.В. 2015. Показатели роста и плодовитости сибирского хариуса *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) в среднем течении реки Енисей. *Вопросы рыболовства* 16(1), 1-9.

Каев А.М., Пулькина А.А. 2016. К методике изучения количества и размера склеритов на чешуе горбуши *Oncorhynchus gorbuscha*. Известия ТИНРО 185, 95-101.

Книжин И.Б. 2011. Разнообразие и таксономическая идентификация хариусов (*Thymallus*) бассейна реки Енисей. Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология 4(3), 293-300.

К вопросу изучения водных растений Каспийского моря

А.Р. Анпазова

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань
e-mail: albinapaz15@gmail.com

Ключевые слова: водные растения, Каспийское море, красные водоросли, морская трава зостера, переработка, технология морских полисахаридов, видовой состав водных растений.

Аннотация: Отмечается проблема острой необходимости изучения видовой состава водной растительности Каспийского моря и рассмотрение возможных путей их переработки с получением продуктов пищевого, кормового, технического назначений. Рассматривается мониторинговый подход к изучению взаимодействия водной растительности с морскими обитателями, их влияние на гидрологический режим и участие в процессах нейтрализации загрязняющих веществ.

Каспийское море – крупнейший замкнутый водоем богатый множеством природных биологических ресурсов. Растительный мир Каспия богат и разнообразен и насчитывает 7 видов высших водных растений и более 700 видов низших, в числе которых около 76 видов водорослей-макрофитов, 292 – диатомовых, 139 – зеленых, 203 – синезеленых, так же учеными исследователями отмечаются золотистые водоросли, харовые, пирофитовые, эвгленовые, красные, бурые (Громов, 2009). Высшие (морские травы) и низшие (водоросли) водные растения, произрастающие на Каспии являются важнейшим звеном в жизни водоема. Водоросли – основные продуценты органического вещества в морях и океанах. Ежегодно они производят более 10^{11} тонн органического вещества, что в пересчете на сухое вещество – от 48 до 64 т/га. От водорослей прямо или косвенно зависит существование в воде всего живого, они дают не только приют и питание всем обитателям моря, особенно молодежи, но и обеспечивают их кислородом для дыхания (Касымов, 1983; Забержинская, 1968).

Морские травы Северного Каспия представленные видами зостера, руппия, рдест являются важной частью акватории, участвующей в образовании структуры макрофитобентоса прибрежной зоны морей (Подкорытова, 2005).

Ареал обитания семейства *Zosteraceae* – моря умеренных областей Северного и Южного полушарий, с несколькими видами в тропических морях. Наиболее распространенными видами являются зостера морская (*Z. marina*), и зостера азиатская (*Z. asiatica* Maki.) (Паймеева, 1984).

В Каспийском море произрастает зостера карликовая *Zostera nana* Roth, ее большие запасы обнаружены в северной части Северного и восточной части Среднего Каспия на пограничной зоне с Республикой Казахстан, а так же у западного побережья Каспийского моря (Киреева, Щапова, 1939а; 1939б; 1957; Чиженкова и др., 2009). Вид зостеры малой *Zostera nana* Roth является уникальным по своему химическому составу, в нашей стране в больших количествах произрастает только в водах Каспийского моря, в морях Дальнего Востока встречается редко и значительных концентраций не образует.

По данным Кизеветтера (1967) запасы зостеры по Восточному побережью Каспийского моря в 1967 г. исчислялись в 700 тыс. т сырого вещества. Более поздние исследования (2002–2004 гг.) проводившиеся в районах Северного Каспия учеными научной технологической лаборатории Астраханского государственного технического университета совместно с КаспНИРХ при проведении экспедиций показывают, что биомасса *Z. nana* в исследуемых районах колеблется от 1,1 до 8,0 кг/м². В сентябре месяце из-за сильных ветров на островах Малый Жемчужный, Кулалы и других образуются большие скопления штормовых выбросов *Z. nana* составляющие порядка 50 тыс. т сырого вещества за сезон (Мукатова и др., 2002). На сегодняшний день необходимо проводить исследования по

влиянию штормовых выбросов на экосистему Северного Каспия, изменению гидрологических и гидрохимических показателей акватории, проведению мониторинга влияния морских растений на показатели воды, выявлению их способности накапливать токсические элементы и др.

В настоящее время, когда в Северном Каспии действуют буровые установки по добыче нефти и газа, роль прибрежно-водной и водной растительности в процессах нейтрализации загрязняющих веществ в его акватории и в авандельте Волги возрастает многократно (Кокин, 1962; Ковардаков и др., 1988; Громов, 2010), т. к. для разрушения 1 г нефтепродуктов необходимо 2-3 г кислорода. По данным Мережко (1973) сообщества высших растений и нитчатые водоросли, которые широко представлены в акватории Северного Каспия, выделяют в водную среду 10-12 мг/л в 1 час, даже в тростниковых сообществах в светлое время суток наблюдается 8 мг/л. Поэтому целесообразно наладить действенный мониторинг вод Северного Каспия для эффективного сохранения уникальных природных особенностей Северного Каспия. Исследования в этой области на Каспии так же не проводятся.

Другим аспектом необходимости изучения водной растительности Каспийского моря является их практическое использование. Штормовые выбросы zostеры могут иметь весьма разнообразное применение, но самое перспективное из них — это получение полисахаридов пектиновой природы, обладающих уникальными свойствами, присущими только веществам природного происхождения.

Химические соединения морского происхождения отличаются рядом особенностей. Морские полисахариды нашли широкое применение в различных областях промышленности (пищевой, фармацевтической, косметической), используются в качестве стабилизаторов эмульсионного и гелеобразного типа в пищевой промышленности, энтеросорбентов радионуклеотидов и тяжелых металлов в медицине, для профилактики и лечения гастроэнтерологических заболеваний, а так же в нетрадиционной медицине. Из морских трав семейства *Zosteraceae* выделен полисахарид, получивший название zostерин. Пектиновое вещество zostерин отличается от пектинов из наземных растений и обладают рядом уникальных качеств: устойчивостью к действию кишечных пептидаз, свойством абсорбировать тяжёлые металлы, не токсичны (Лоенко, 1997). Все это является основанием для широкого применения пектинов из сырья водного происхождения в лечебном питании. Кроме того, zostера и другие водные растения являются богатым источником природных пигментов хлорофиллов, которые могут быть использованы в качестве пищевых красителей в составе лечебного и профилактического питания. В этой связи актуальность и перспективы использования zostеры каспийской в качестве сырья для переработки очевидны.

Другим объектом, вызывающим научный и практический интерес являются водоросли Каспийского моря. Многие виды водорослей и морских трав имеют сбалансированный макро- и микроэлементный состав и являются важнейшими источниками маннита, альгиновой кислоты и ее солей (бурые водоросли), агара и агарозы, каррагинанов (красные водоросли), витаминов и пектиновых веществ (травы). Уникальный состав и комплекс биологически активных веществ водных растений определяет широкий спектр их применения.

Красные водоросли на Каспии представлены 25 видами. В отличие от других водорослей, ведущих прикрепленный образ жизни, красная водоросль лауренсия (*Laurencia caspica*) не прикрепляется к субстрату. В центральной части Северного Каспия встречаются «лауренсиевые поля» с большим или меньшим числом других видов водорослей (Забержинская, 1969; 1968; Зинкевич, 1956; Зинова, 1967; Киреева, 1957). В 2018 г. на побережье территорий республики Казахстан очевидцы отмечали изменение цвета воды Каспия. Такая оптическая иллюзия была связана с большим скоплением красных водорослей, выброшенных ближе к берегу из-за штормовых ветров (Вода на Каспии окрасилась...). Другим видом красной водоросли распространенной в Северном Каспии является полисифония. По данным Возжинской (1971) доминирующими видами в Северном Каспии из видов рода полисифония были *Polysiphonia violaua*, *P. elongata* и *P. caspica*, однако в

исследованных пробах 2002 г. выявлена только обнаженная (*Polysiphonia denuadata*). В тех же исследованиях, проводившихся в 2002 г. отмечалось, что в пробах смеси лауренсии и полисифонии, собранных в мае массовая доля посторонних примесей (балласта) составляла не более 1,0% (Мукатова, 2005).

Красные водоросли богаты углеводами и клетчаткой, содержат витамины и ценные микроэлементы, являются источником уникальных химических соединений с необычным строением и свойствами, которые находят все более широкое применение в медицине, так как они обладают антивирусной, антибактериальной и антигрибковой активностью. Это направление исследований быстро развивается. Красные морские водоросли являются незаменимым сырьем для переработки и получения природных загустителей, стабилизаторов различных систем (пищевых, медицинских, микробиологических) и других гелеобразующих веществ. Список уникальных соединений и видовой состав водорослей, которые могут быть использованы в качестве сырья для их получения, расширяется. Наиболее ценными считаются водоросли – производители агаров и каррагинанов (Подкорытова, 2005).

Прямое и наиболее простое использование водных растений весомо в качестве пищевого продукта, корма для животных, сырья для ряда отраслей промышленности. Употребление водорослей в пищу распространено в странах Востока и на островах Тихого океана. В Японии водоросли составляют до 20% пищевого рациона. Наряду с бурыми и зелеными макрофитами красные водоросли с давних пор использовались на корм скоту, в качестве удобрений.

К сожалению, водная растительность акватории Каспийского моря в настоящее время не изучается. Последние найденные в библиотеке КаспНИРХ исследования в области видового состава водных растений датируются 60-ми годами прошлого столетия. Научно-исследовательской лабораторией АГТУ были проведены исследования (описанные выше) по установлению видового состава водных растений, произрастающих в некоторых квадратах по маршрутной сетке судна «Гидробиолог». Всего было обследовано около 15-ти квадратов в весенний период и 20-ти – в сентябре. Во время рейса некоторые виды водорослей и морских трав были заготовлены для дальнейшего изучения химических составов и поиска возможных направлений использования. Результатами исследований установлена возможность использования красных водорослей Каспия (полисифонии и лауренсии) в качестве сырья для получения желеобразующих веществ (Мукатова, 2005), а из морской травы зостеры выделен полисахарид зостерин (Салиева, 2011). Направление переработки штормовых выбросов зостеры было отмечено как перспективное и на протяжении нескольких лет морская трава была объектом исследований астраханских ученых. Разработанная технология полисахаридов зостерина и зостерата натрия наряду с полисахаридами пресноводной травы авандельты Волги (рдест пронзеннолистный) прошла производственную апробацию, продукты полученные из зостеры каспийской и рдеста пронзеннолистного полисахариды зостерат натрия и рдестат натрия были использованы при выпуске пробной партии консервов типа конфитюр на астраханском консервном комбинате, а отходы от переработки в виде травяных остатков рекомендованы к использованию при получении кормовых продуктов. Актуальность и практическая значимость работы была отмечена призовыми местами на конференциях и выставках различного уровня. Однако, на Северном Каспии, несмотря на разнообразие и богатство его фитобентоса, за всю историю не было реализовано ни одного опыта промысла зостеры или других водных растений в целях промышленной переработки.

Тема изучения водных растений Каспийского моря до сих пор не входит в программу научно-исследовательских работ отраслевого института финансируемых Росрыболовством. Прямыми или косвенными причинами такого пробела в работе предположительно являются несколько фактов: дефицит узко специализированных кадров, отсутствие отраслевой технологической лаборатории с 2007 г., по настоящее время, исторически сложившийся подход к мониторингу рыбных ресурсов Каспийского моря, в особенности осетровых видов.

Изучение видового состава водных растений Каспийского моря, проведение их постоянного мониторинга, изучение отрицательного влияния скоплений штормовых выбросов на экологическую систему акваторий и прибрежных территорий, установление

роли водной растительности в процессах нейтрализации нефтепродуктов и других загрязняющих веществ, попадающих в морские воды и другие аспекты исследований являются на сегодняшний день необходимыми для эффективного сохранения уникальных природных особенностей Каспийского моря.

Определяя ближне- и среднесрочные задачи развития отрасли, стратегия развития рыбохозяйственного комплекса РФ на период до 2030 г. включает расширение ресурсно-сырьевой базы, научное обеспечение, увеличение эффективности перерабатывающих мощностей с внедрением новых технологий глубокой переработки. Организация производства по переработке штормовых выбросов морской травы zostеры и красных водорослей на Каспии в полной мере позволит решить задачи, поставленные Министерством сельского хозяйства РФ и Федеральным агентством по рыболовству.

Список литературы

Вода на Каспии окрасилась в красный из-за водорослей. 2018.[Электронный ресурс]. URL: <https://www.zakon.kz/4897723-voda-na-kaspiei-okrasilas-v-krasnyu-iz.html> (дата обращения 11.10.2019).

Возжинская В.Б., Цапко А.С., Блинова Е.И. и др. 1971. Справочник. Промысловые водоросли СССР. М.: Пищевая промышленность, 269 с.

Громов В.В. 2009. Водная и прибрежно-водная растительность авандельты р. Волги и Северного Каспия. Журн. Сибир. федерального ун-та. Сер. Биология 3(2), 286-298.

Громов В.В. 2010. Водная и прибрежно-водная растительность Северного Каспия: авандельта р. Волги, калмыцкое и казахское побережья. Журн. Сибир. федерального ун-та. Сер. Биология 3(3), 250-266.

Забержинская Э.Б. 1968. Флора водорослей-макрофитов Каспийского моря. Дис. канд. биол. наук. Баку, 24 с.

Забержинская Э.Б., Караева Н.И., Макарова И.В. 1969. История изучения водорослей Каспийского моря. Летопись науки в Азербайджане 1. Изд-во Естествознание, 173-188.

Зенкевич А.А. 1956. Моря СССР, их фауна и флора. 2-е изд. М.; Л.: Наука, 5.

Зинова А.Д. 1967. Определитель зеленых, бурых и красных водорослей южных морей СССР. М.; Л.: Наука.

Касымов А.Г., Багиров Р.М. 1983. Биология современного Каспия. Баку: Изд-во Азернешр, 154 с.

Кизеветгер И. В., Грюнер В.С., Евтушенко. 1967. Переработка морских водорослей и других промысловых водных растений. М.: Пищевая промышленность, 417 с.

Киреева М.С., Щапова Т.Ф. 1939а. Донная растительность восточного берега Каспийского моря. Бюллетень Московского общества испытателей природы. Сер. Биология. 48(5-6), 32-49.

Киреева М.С., Щапова Т.Ф. 1939б. Донная растительность северо-восточной части Каспийского моря. Бюллетень Московского общества испытателей природы. Сер. Биология 48(2-3), 3-14.

Киреева М.С., Щапова Т.Ф. 1957. Материалы по систематическому составу и биомассе водорослей и высшей водной растительности Каспийского моря. Тр. Ин-та океанологии АН СССР. Т. XXIII. Биологические исследования морей, 125.

Ковардаков С.А., Завалко С.Е., Празукин А.В. 1988. Потенциальная деевтрофирующая активность и кислородная аэрация воды макрофитами в морской рекреационной акватории. В: Тезисы 3-й Всесоюзн. конф. по морской биологии. Севастополь, 34-35.

Кокин К.А. 1962. Влияние погруженной растительности на гидрохимический режим и процессы самоочищения реки Москвы. Вестник Моск. ун-та. Биол. 6, 33-39.

Лоенко Ю.Н., Артюков А.А., Козловская Э.П. и др. 1997. Зостерин. Владивосток: Изд-во Дальнаука, 212 с.

Мережко А.И. 1973. Роль высших водных растений в самоочищении водоёмов. Гидробиологический журнал 9(4), 118-125.

Мукатова М.Д., Суворова Т.Ф., Сокольский А.Ф. и др. 2002. Видовой состав и технoхимическая характеристика макрофитов и высших водных растений Северного Каспия. «Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки». М.: Изд-во ВНИРО, 137–142.

Мукатова М.Д., Привезенцев А.В., Киричко Н.А., Утеушев Р.Р. 2005. Водные растения Волго-Каспия и возможность их переработки. Вестник АГТУ 3(26), 158-166.

Паймеева Л.Г. 1984. Биология *Zostera marina* L. и *Zostera asiatica* Miki Приморья. Автореф. дис. канд. биол. Наук. Владивосток, 24 с.

Подкорытова А.В. 2005. Морские водоросли-макрофиты и травы. М.: Изд-во ВНИРО, 175 с.

Салиева А.Р. 2011. Обоснование и разработка технологии полисахаридов высших водных растений Северного Каспия и авандельты реки Волги. Автореф. дис. канд. техн. наук. М.: ВНИРО, 24 с.

Чиженкова О.А., Камакин А.М., Зайцев В.Ф. 2009. Некоторые аспекты развития донных биоценозов северной части Каспийского моря. Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство, 65–69.

Определение возможности переохлаждения филе горбуши

Л.О. Архипов, А.С. Куприй

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва)
e-mail: arhipidis@gmail.com

Ключевые слова: охлажденная рыба, горбуша, переохлаждение, криоскопическая температура.

Аннотация: В статье представлены результаты экспериментальных исследований по определению криоскопической температуры филе горбуши, отражена возможность осуществления его переохлаждения, определена степень и продолжительность переохлаждения в лабораторных условиях.

Холод является универсальным средством сохранения пищевых продуктов, в частности, рыбного сырья и применяется для производства мороженой, подмороженной и охлажденной продукции (Харенко и др., 2019).

История применение холода, как технологии сохранения пищи человеком, еще очень молода. Только в 100 г. до н.э. в Китае начали применять ледяные подвалы для консервирования продуктов холодом. И только начиная с конца 18 века в развитых странах пищевые продукты стали замораживать для транспортировки на большие расстояния, спустя 50 лет холодильная промышленность получила значительное развитие и населению стал доступен широкий ассортимент замороженных пищевых продуктов (Архипов, 2019). На данный момент замораживание является одним из наиболее распространенных способов сохранения качества мяса и продления сроков его хранения (Dibirasulaev et al., 2018).

К середине девятнадцатого века получил развитие еще один способ холодильной обработки – подмораживания пищевых продуктов. Целесообразность применения подмораживания было успешно обосновано отечественными и зарубежными учеными (Головкин, и др., Быков, Scarlatti, Ranken), в настоящее время частичное подмораживание так же называют суперохлаждением (Головкин и др., 1972; Быков, 1987; , Дибирасулаев и др., 2017).

Современные направления совершенствования холодильной обработки основаны на доведении температуры продуктов до уровня, неблагоприятного для развития микрофлоры обеспечивающего сохранность продукции и уменьшение потерь ее массы. В соответствии с рекомендациями международного института холода температура охлаждающей среды является доминирующим фактором, определяющим скорость роста микроорганизмов в процессах охлаждения и хранения пищевых продуктов (Froid, Sørensen, 2006).

Желание увеличить возможный срок хранения продуктов при холодильном консервировании, избежав повреждений, вызываемых замораживанием, породило развитие нового способа холодильной обработки, называемого переохлаждением.

Переохлаждение – это процесс поддержания температуры объекта ниже его обычной температуры замерзания без фазового перехода из жидкого состояния в твердое (Харенко и др., 2019).

В наши дни во многих странах идет разработка технологии переохлаждения и оборудования, способных поддерживать устойчивые температурные режимы с минимальным отклонением, направленные на обеспечение стабильности переохлаждения (Stonehouse, Evans, 2015, Thinh et al., 2019, Zhao et al., 2019).

Состояние переохлаждения пищевых продуктов – перспективное направление исследований (как способ регулирования наиболее важного параметра при хранении пищевых продуктов – температуры), имеющее значительный потенциал в сохранении

качества и увеличении срока хранения пищевых продуктов от этапа производства до сектора ритейлинга пищевой холодильной цепи (Харенко и др., 2019; James et al., 2011).

Целью настоящей работы являлось определение возможности переохлаждения филе горбуши. Для реализации этой цели решались следующие задачи: определение криоскопической температуры филе горбуши, определение степени и продолжительности переохлаждения.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований являлось филе горбуши (*O. gorbusha* (Walbaum, 1792)). Для проведения экспериментальных работ была сформирована группа образцов филе в 3-х кратной повторности ($n = 3$). Каждый образец был покрыт полимерной пищевой пленкой и подвергнут предварительному охлаждению до температуры $1,0 \pm 1,0$ °C. Затем филе помещали в камеру охлаждения с заданными температурными режимами (технологический стенд LLF-404 SR-H, LabTech):

– режим с поэтапным понижением температуры охлаждающей среды с минус 1,45 °C ($-1,55 \pm 0,45$ °C), до минус 2,55 °C ($-2,55 \pm 0,47$ °C) с последующим резким нарушением температуры охлаждающей среды ниже минус 5 °C.

– режим с заданным значением охлаждающей среды с минус 3,77 °C ($-3,77 \pm 0,49$ °C) с последующим резким нарушением температуры охлаждающей среды ниже минус 5 °C.

Криоскопическую температуру ($T_{кр}$ °C) определяли термографическим способом, описанным в методике James C. et. al. по формированию на кривой изменения температуры образца термостатической площадки одинаковой температуры (James et al., 2011).

Результаты исследований. В результате проведенных экспериментальных исследований были определены значения криоскопической температуры филе горбуши по значению термографической площадки, полученной в результате замораживания образцов филе, которые составили $1,3 \pm 0,15$ °C.

Далее проводили экспериментальные работы по определению возможности осуществления переохлаждения объекта исследования при условии поэтапного понижения температуры охлаждающей среды и без него.

Процесс понижения температуры объекта и среды охлаждения фиксировался путем ее измерения и записи электронным измерителем температуры, результаты которых представлены на рисунках 1 и 2.

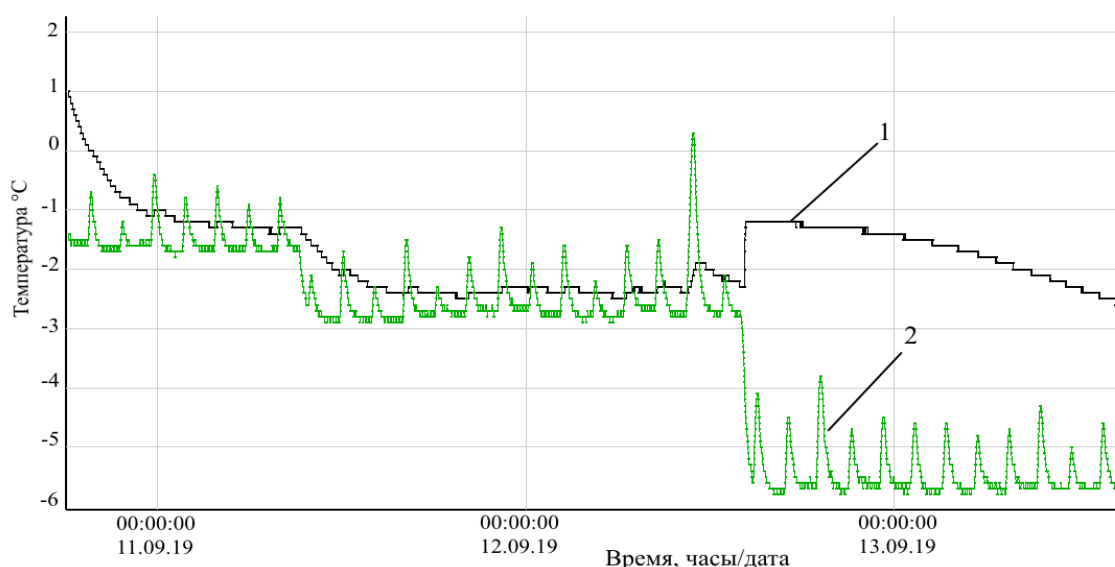


Рис. 1. Термограмма изменения температуры охлаждающей среды и филе горбуши, 1 – температура филе горбуши, 2 – температура охлаждающей среды

Анализ данных (рис. 1) изменения значений температур, предварительно охлажденного филе показал, что при наступлении режима минус 2,55 °C ($-2,55 \pm 0,47$ °C) филе находилось в

состоянии переохлаждения до момента резкого понижения температуры охлаждения ниже минус 5 °С, которое вызвало нарушение состояние переохлаждения и спровоцировало фазовый переход воды в лед. Продолжительность переохлаждения составила 30 часов, степень переохлаждения: 1,1 °С.

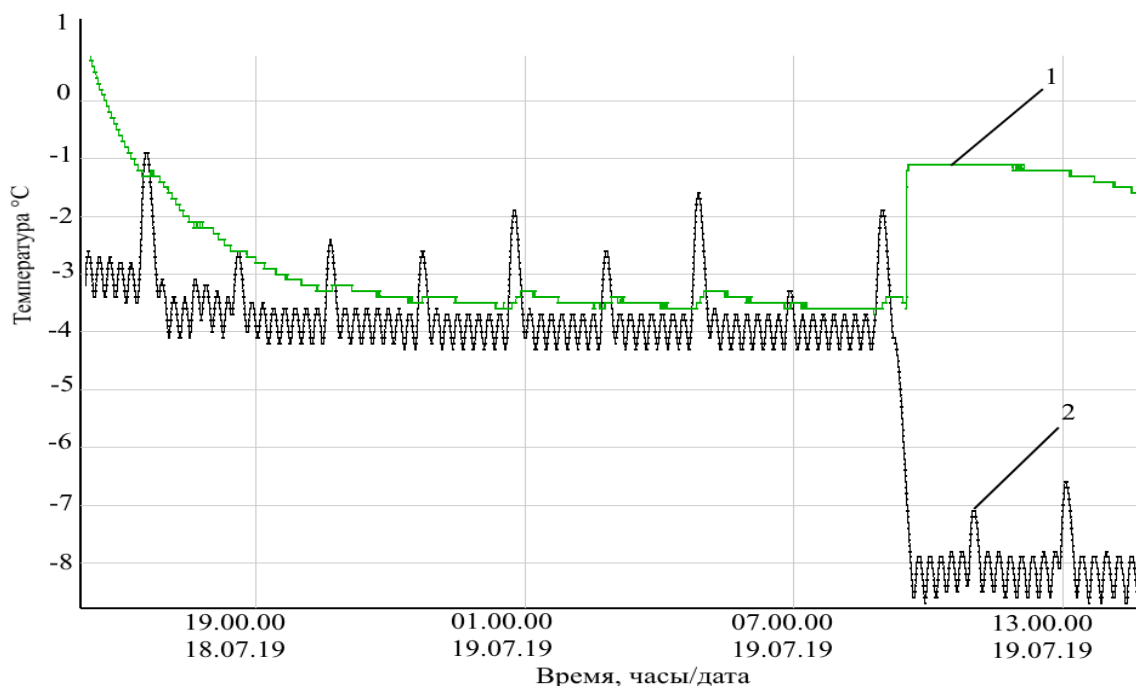


Рис. 2. Термограмма изменения температуры охлаждающей среды и филе горбуши, 1 – температура филе горбуши, 2 – температура охлаждающей среды

Анализ данных (рис. 2) изменения значений температур, предварительно охлажденного филе показал, что при попадании в камеру охлаждения с установленным температурным режимом минус 3,77 °С ($-3,77 \pm 0,49$ °С) филе охлаждается до температуры минус 2,6 °С и находится в состоянии переохлаждения 17 часов. Далее, резкое понижение температуры охлаждающей среды обуславливает фазовый переход, что приводит к нарушению состояния переохлаждения и замораживанию образца рыбы. Степень переохлаждения составила при этом 2,5 °С.

Выводы. Определены значения криоскопической температуры филе горбуши ($-1,3 \pm 0,15$ °С). Получены данные о возможности хранения образцов филе в переохлажденном состоянии и влиянии резкого понижения температуры хранения на стабильность переохлаждения.

Данное направление исследований требует проведения дальнейших экспериментальных работ по определению возможности длительного хранения филе в состоянии переохлаждения и изучению влияния факторов, стабилизирующих данное состояние, а так же изменений качественных показателей рыбы с учетом данного способа хранения.

Список литературы

Харенко Е.Н., Архипов Л.О., Яричевская Н.Н. 2019. Установление функциональной зависимости количества вымороженной воды от индивидуальных криоскопических температур рыбы. Труды ВНИРО 176, 81-94.

Архипов Л.О. 2019. Обзор современных тенденций в сфере технологии замораживания пищевых продуктов. Промышленность и сельское хозяйство 4, 5-17.

Dibirasulaev M. et al. 2018. Quick and simple spectrophotometric method of identification of the thermal state of meat on the basis of composition and content of free nucleotides //Food and Nutrition 9, 572-583.

Головкин Н.А. Маслова Г.В., Скоморовская И.Р. 1972. Рыба глубокого охлаждения / Обзор ЦНИИТЭРХ, 62 с.

Быков В.П. 1987. Изменение мяса рыбы при холодильной обработке: Автолитические и бактериальные процессы: Учебник. М.: Агропромиздат, 221 с.

Дибирасулаев М.А., Белозеров Г.А., Архипов Л.О., Дибирасулаев Д.М., Донецких А.Г. 2017. К разработке научно обоснованных режимов холодильного хранения мяса различных качественных групп при субкриоскопических температурах. Птица и птицепродукты 1, 29-32.

Froid I., Sørensen L.B. 2006. Recommendations for the Processing and Handling of Frozen Foods. 4th ed. International Institute of Refrigeration. Paris, France.

Stonehouse G.G., Evans J.A. 2015. The use of supercooling for fresh foods: A review. J. of Food Engineering 148, 74–79.

Thin N.Q., Iwamura K., Sugimura N.A. 2019. Study on supercooled storage of leaf lettuces produced in plant factory. Plant factory using artificial light. Amsterdam.: Elsevier, 195–206.

Zhao H., Liu B., Zhang W., Cao J., Jiang W. 2019. Enhancement of quality and antioxidant metabolism of sweet cherry fruit by near-freezing temperature storage. Postharvest Biology and Technology 147, 113–122.

James C., Hanser P., James S.J. 2011. Super-cooling phenomena in fruits, vegetables and seafoods. 11th International Congress on Engineering and Food (ICEF 2011), Athens, Greece, 22-26.

Rahman M.S., Driscoll R.H. 1994. Freezing points of selected seafoods (invertebrates). International journal of food science & technology 29(1), 51-61.

Исследование криоскопических температур промысловых видов рыб

Л.О. Архипов, Е.Н. Харенко, А.Ю. Семушкина

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва
e-mail: arhipidis@gmail.com

Ключевые слова: охлажденная рыба, криоскопическая температура, подмороженная рыба, вымороженная вода.

Аннотация: В статье представлены данные о криоскопических температурах некоторых промысловых видов рыб, полученные в результате проведенных экспериментальных исследований. Отражена необходимость определения криоскопической температуры для каждого вида рыбного сырья и ее учета при разработке и обосновании индивидуальных режимов холодильного хранения рыбы.

Холодильные технологии широко применяются в пищевой промышленности, а хранение с использованием низких температур преобладает перед другими способами сохранения пищевой продукции. Замораживание является наиболее используемым и эффективным методом сохранения качества пищи и продления ее срока хранения (Дибирасулаев и др, 2017 а, Дибирасулаев и др, 2017 б).

Современные технологии холодильной обработки пищевых продуктов основаны на понижении температуры хранения до неблагоприятной для роста и развития микроорганизмов, что направлено на сохранение качества и безопасности пищевой продукции (Froid, 2006).

Холод является универсальным средством сохранения рыбного сырья и применяется в рыбной промышленности для производства мороженой и охлажденной рыбной продукции. Согласно данным ФАО на долю охлажденной и мороженой рыбной продукции приходилось в разные годы более 80 % производимой пищевой рыбной продукции.

Однако замораживание на данном уровне развития холодильной технологии не может обеспечить полной обратимости процесса, а охлаждение обеспечивает более короткий срок хранения, по сравнению с замораживанием. Поэтому вопрос совершенствования способов холодильной обработки, обеспечивающих получение рыбной продукции, близкой по свойствам к охлажденному сырью, но с большим сроком хранения является актуальным в настоящее время.

Начиная со второй половины 20 века, получил распространение способ холодильной обработки, называемый подмораживанием. Он позволяет получать продукт, практически не отличающийся от охлажденной рыбы, при этом, имеющий увеличенный срок хранения, по сравнению с охлажденной рыбной продукцией. Целесообразность применения подмораживания было успешно обосновано отечественными и зарубежными учеными (Головкин, и др., Быков, Scarlatti, Ranken), в настоящее время частичное подмораживание так же называют суперохлаждением (Быков, 1987; Головкин и др., 1972; Дибирасулаев и др., 2017в).

По данным Головкина с соавторами (1972), для увеличения срока хранения продуктов животного происхождения рекомендуется подмораживать их и хранить при субкриоскопической температуре (минус 2 – минус 3°C). Основным параметром, определяющим качество подмороженного продукта, является степень перехода воды в лед. Как правило, содержание от 5 до 30% льда в продукте не приводит к заметному снижению качества продукта, но позволяет увеличить срок хранения. Содержание льда в продукте более 30% приводит к большой потере сока (Дибирасулаев и др., 2017в).

Согласно определению ТР ЕАЭС 040/2016 Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции», подмороженной

пищевой рыбной продукцией является рыба, водные беспозвоночные, водные млекопитающие и другие водные животные, а также водоросли и другие водные растения, подвергнутые процессу замораживания до температуры на 1°C или 2°C ниже температуры замерзания тканевого сока внутри них (Технический регламент, 2016).

Приведенное определение не ориентированно на учет количества вымороженной воды в продукте. Однако данный параметр является важным и неотъемлемым фактором, составляющим качество подмороженной рыбной продукции, и зависит от значения криоскопической температуры ($T_{кр.}$) сырья.

Криоскопические температуры водных биологических ресурсов могут значительно отличаться, а сведения о них в научной литературе встречаются достаточно редко и, зачастую, противоречат друг другу, не смотря на важность их значений (Харенко, 2019).

Так как определяющим параметром качества подмороженного продукта является количество вымороженной воды, которое зависит от значения криоскопической температуры, целью настоящей работы являлось определение криоскопических температур отдельных видов промысловых рыб и расчет количества вымороженной воды в них.

Объекты и методы исследований. В качестве объекта исследований служили филе рыб: сельдь тихоокеанская (*Clupea pallasii*), треска (*Gadus morhua*), скумбрия атлантическая (*Scomber scombrus*), лосось атлантический (*Salmo salar*).

Для проведения исследовательских работ была сформирована группа образцов филе по 3 повторности каждого образца ($n = 3$), которые были помещены в специальные емкости с держателями датчиков температуры. Образцы замораживались на лабораторном технологическом стенде (LLF-404 SR-H, LabTech). Криоскопическую температуру определяли термографическим способом, описанным в методике James C. et. al. (2011) по формированию на кривой изменения температуры образца термостатической площадки одинаковой температуры (Технический регламент, 2016).

Результаты исследований. Данные значений криоскопических температур образцов представлены в табл. 1., графики изменения температуры в процессе замораживания образцов с отражением их термостатической площадки представлены в ранее опубликованной работе (Харенко, 2019).

Таблица 1. Значения криоскопических температур исследуемых образцов

№ обр.	Вид рыбы	$T_{кр.}$ °C
1	Сельдь тихоокеанская (<i>Clupea pallasii</i>)	-2,20±0,05
2	Треска атлантическая (<i>Gadus morhua</i>)	-0,91±0,04
3	Скумбрия атлантическая (<i>Scomber scombrus</i>)	-0,90±0,05
4	Лосось атлантический (<i>Salmo Salar</i>)	-1,30±0,08

Анализ данных значений криоскопических температур исследуемых образцов (табл. 1) показал, что максимальное значение ($t_{кр} = - 0,90$ °C) приходится на образцы филе скумбрии атлантической, а минимальное ($t_{кр} = - 2,20$ °C) приходится на образцы филе сельди тихоокеанской и отличается в 2,45 раза.

Для определения количества вымороженной воды в рыбе использовали зависимость Д. Рютова (формула 1) как наиболее корректный расчетный способ. Данные по обоснованию и подтверждению корректности этого расчетного способа приведены в работах Дибирасулаева М.А. (2017).

$$\omega = \left[1 - b \frac{1 - w}{w} \right] \left[1 - \frac{t_{кр}}{t} \right] \quad (1)$$

где:

ω – доля вымороженной воды в продукте;
 w – общее содержание воды в продуктах (г на 1 г продукта);
 b – содержание связанной воды в продукте (г на 1г сухих веществ);
 $t_{кр}$ – криоскопическая температура продукта, °С.

Результаты расчета количества вымороженной воды представлены в табл. 2.

Таблица 2. Количество вымороженной воды в рыбе при температуре на 1 °С или 2 °С ниже температуры замерзания

обр.	Вид рыбы	$T_{кр}$ °С	Количество вымороженной воды в рыбе (%) при температуре	
			на 1 °С ниже температуры замерзания	на 2 °С ниже температуры замерзания
	Сельдь тихоокеанская (<i>Clupea pallasii</i>)	-2,20±0,05	27	42
	Треска атлантическая (<i>Gadus morhua</i>)	-0,91±0,04	50	65
	Скумбрия атлантическая (<i>Scomber scombrus</i>)	-0,90±0,05	45	59
	Лосось атлантический (<i>Salmo salar</i>)	-1,30±0,08	37	52

В результате проведенного анализа данных (табл. 2) с учетом приведенного определения в ТР ЕАЭС 040/2016 можно заключить, что с понижением температуры «на 1 °С или 2 °С ниже температуры замерзания» наблюдается увеличение количества вымороженной воды. Так, например, для трески в случае понижения температуры ниже криоскопической на 1°С количество вымороженной воды составляет 50%, для скумбрии – 45%, лосося атлантического – 37%, сельдь тихоокеанская – 27%, а при понижении на 2 °С – 65%, 59%, 52%, 42%, соответственно.

Таким образом, процент вымороженной воды в исследуемых образцах в указанных температурных диапазонах, имеет различное значение, что, вероятно, стоит учитывать при производстве подмороженной рыбной продукции.

В случае понижения температуры на 2 градуса ниже криоскопической, согласно расчетному методу определения количества вымороженной воды, во всех исследуемых объектах наблюдается содержание льда более 40%, что по результатам ряда исследований (Н.А. Головкина и др., Stevik et al.) способствует увеличению потерь массы и снижению влагоудерживающих свойств мышечной ткани.

Эти утверждения требуют проведения дальнейших исследований по определению влияния количества вымороженной воды на качественные характеристики мышечной ткани рыб.

Выводы. Проведены экспериментальные исследования по определению криоскопической температуры отдельных видов рыб. Выявлено, что значения криоскопических температур исследуемых образцов отличаются, так разница между максимальным значением, характерным для скумбрии атлантической (-0,90±0,05), а минимальное ($t_{кр}$ = -2,20 °С) приходится на образцы филе сельди тихоокеанской и отличается практически в 2,5 раза. Полученные экспериментальные данные планируется использовать в дальнейшем для обоснования индивидуальных режимов холодильного хранения рыбы и рыбопродуктов.

Список литературы

- Дибирасулаев М.А., Белозеров Г.А., Архипов Л.О., Шибанова Е.Д., Белянчикова И.В. 2017а. Исследование состава и содержания свободных нуклеотидов мяса КРС на различных этапах холодильной обработки и хранения. *Холодильная техника* 4, 58-61.
- Дибирасулаев М.А., Белозеров Г.А., Архипов Л.О. 2017б. Разработка спектрофотометрического метода ускоренной идентификации замороженных блоков, выработанных из парного или охлажденного мяса, для обоснования выбора технологических режимов их размораживания. *Все о мясе* 5, 48-52.
- Froid I., Sørensen, L. B. 2006. *Recommendations for the Processing and Handling of Frozen Foods*. 4th ed. International Institute of Refrigeration. Paris, France.
- Быков В.П. 1987. Изменение мяса рыбы при холодильной обработке: Автолитические и бактериальные процессы: Учебник. М.: Агропромиздат, 221 с.
- Головкин Н.А., Маслова Г.В., Скоморовская И.Р. 1972. Рыба глубокого охлаждения. Обзор ЦНИИТЭРХ, 62 с.
- Дибирасулаев М.А., Белозеров Г.А., Архипов Л.О., Дибирасулаев Д.М., Донецких А.Г. 2017в. К разработке научно обоснованных режимов холодильного хранения мяса различных качественных групп при субкриоскопических температурах. *Птица и птицепродукты* 1, 29-32.
- Технический регламент Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции». – Введ. 2017-09-01. – ЕАЭС, 2016, 135 с.
- James C., Hanser P., James S. J. 2011. Super-cooling phenomena in fruits, vegetables and seafoods. 11th International Congress on Engineering and Food (ICEF 2011), Athens, Greece, 22-26.
- Rahman M.S., Driscoll R.H. 1994. Freezing points of selected seafoods (invertebrates). *International Journal of Food Science & Technology*, 29 (1), 51-61.
- Харенко Е.Н., Архипов Л.О., Яричевская Н.Н. 2019. Установление функциональной зависимости количества вымороженной воды от индивидуальных криоскопических температур рыбы. *Труды ВНИРО* 176, 81-94.

Рыбоводно-биологические характеристики и влияние температурного режима на продолжительность процесса гаметогенеза у самок стерляди

А.А. Арчибасов

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»),
пос. Рыбное
e-mail: innovazii-vniiprh@mail.ru

Ключевые слова: самка, стерлядь, градусо-дни, сумма тепла, резорбция, оогенез, ооцит, ядро.

Аннотация: По результатам исследований, выполненных в условиях индустриального хозяйства, дается оценка влияния суммы тепла на продолжительность стадий оогенеза у стерляди в межнерестовый период.

Показано, что для формирования новой генерации ооцитов в зависимости от температуры воды потребуется от 3443 до 6186 градусо-дней. Изменение температурного режима в межнерестовый период оказывает значительное влияние на репродуктивные функции стерляди, что позволяет корректировать сроки получения половых продуктов в дальнейшем.

С развитием индустриального рыбоводства все большее внимание исследователи уделяют изучению прохождения процесса оогенеза у осетровых рыб в межнерестовый период при различных условиях содержания (Подушка, 1999; Чепуркина и др., 2004; Филиппова и др., 2009; Пономарева и др., 2010; Филиппова и др., 2012, 2014; Пономарева и др., 2012; Филиппова и др., 2015).

Стерлядь весьма пластична и обладает хорошими адаптационными способностями при выращивании в хозяйствах различного типа, сохраняя при этом высокие воспроизводительные способности. Однако некоторые особи проявляют индивидуальные особенности и остро реагируют на изменение температурного режима, что отражается на продолжительности формирования новой генерации ооцитов.

В 2017-2018 гг. на базе отдела «Конаковский» в условиях прямоточного индустриального бассейнового хозяйства, в установке замкнутого цикла водообеспечения, а также на опытном селекционно-племенном хозяйстве «Якоть» ВНИИПРХ были выполнены исследования по изучению влияния температуры воды на прохождение половых циклов у самок стерляди в период преднерестового содержания.

Из 40 зрелых самок стерляди были сформированы 4 группы: контрольная, впоследствии принимавшая участие в нересте, и 3 опытных. Средняя масса самок контрольной группы составила 2,3 кг, опытной группы – 2,2 кг, опытной группы комбинированного содержания – 2,25 кг, а средняя масса самок опытной группы УЗВ составила 1,91 кг. Целью эксперимента являлось создание условий для прохождения резорбции и будущего определения её влияния на процессы оогенеза в межнерестовый период.

Один раз в два месяца проводили отбор ооцитов биопсийным методом с целью контроля за прохождением стадий созревания опытных групп рыб для последующей гистологической обработки проб.

В основу оценки влияния температуры воды на протекание стадий гаметогенеза и формирование гонад у самок стерляди в межнерестовый период была заложена сумма тепла, при расчёте которой во внимание принимался весь диапазон среднесуточных температур за этап выращивания.

Самкам стерляди контрольной группы в 2017 г. понадобилось 210 суток с общей суммой тепла 4236 градусо-дней для формирования новой генерации икры. Опытная группа, пропустившая нерест, проходит процесс резорбции ооцитов, и формирование новой генерации икры заканчивает за 180 суток с суммой тепла 3831 градусо-дней.

Самки стерляди из опытной группы комбинированного содержания, не участвовавшие в нересте, разделились на две подгруппы: половине самок потребовалось 210 суток с суммой тепла 3443 градусо-дней для прохождения процесса резорбции ооцитов и формирования новой генерации икры. Самками второй подгруппы был пропущен один нерестовый период, а для формирования новой генерации ооцитов им потребовалось 6186 градусо-дней. Смещение продолжительности стадий гаметогенеза в сторону увеличения наблюдается при уменьшении суммы тепла, часть самок пропускает нерест, им дополнительно требуется не менее 2743 градусо-дней для окончательного созревания половых продуктов

Картина оогенеза изменилась у опытной группы рыб, содержащейся в условиях цеха длительного выдерживания УЗВ, получивших в 2017 году сумму тепла 2741 градусо-дней. По отношению к другим группам самок процесс сохранения ооцитов на IV стадии зрелости удлинился более чем на 90 суток. Формирование ооцитов трофоплазматического роста завершилось всего за 60 суток, при этом процесс резорбции продолжался 210 суток.

Анализ развития и формирования половых желез при прохождении годичных циклов у стерляди показал, что изменение температурных условий содержания самок в преднерестовый период меняет ритм размножения, развития и формирования гонад. Наблюдаются заметные изменения в длительности прохождения процесса резорбции, роста оогоний, периодов троплазматического и трофоплазматического роста.

Глубокие изменения в прохождении годичных половых циклов развития и формирования гонад, связанных с длительностью фаз резорбции ооцитов, вызывается снижением температуры воды в преднерестовый период. Изучение роста и развития половых клеток (оогенез) в годовом цикле (2018 г.) показало, что при сумме тепла 2941 градусо-дней у стерляди из контрольной группы эти процессы протекают более интенсивно, формирование новой генерации икры занимает около 180 суток и самки созревают в следующий за нерестом вегетационный период.

Сумма тепла 2741 градусо-дней, набранная самками в 2017 г., вызывает сдвиг процесса гаметогенеза и формирования новой генерации икры более чем на 360 суток. В группе комбинированного содержания при сумме тепла 4910 градусо-дней у самок наблюдается разница в продолжительности прохождения половых циклов. Одни самки хорошо адаптируются к изменившимся условиям среды, сохраняют высокие воспроизводительные способности и продуцируют новую генерацию икры в такие же сроки, как и самки, набравшие годовую сумму тепла более 5000 градусо-дней. У других самок данные качества менее выражены и длительность формирования новой генерации икры занимает более 400 суток. Эти особенности стерляди целесообразно учитывать при ее разведении в искусственных условиях, особенно при выдерживании производителей в преднерестовый период.

Изменение температурного режима в это время оказывает значительное влияние на репродуктивные функции стерляди, что позволяет корректировать сроки получения половых продуктов.

В 2019 году самки всех групп участвовали в нерестовой кампании отдела «Конаковский». От 5 самок контрольной группы средней массой 2,9 кг было получено 1,27 кг икры, процент оплодотворения составил 70,8%, выход свободных эмбрионов – 48,8%. От 4 самок опытной группы средней массой 2,3 кг было получено 1,23 кг икры, процент оплодотворения составил 78,7%, выход свободных эмбрионов – 46,2%. От 4 самок опытной группы комбинированного содержания (1 подгруппа) массой 2,3 кг было получено 0,85 кг икры, процент оплодотворения составил 61,7%, выход свободных эмбрионов – 35,5%. От 3 самок опытной группы комбинированного содержания (2 подгруппа) массой 2,9 кг было получено 1,09 кг икры, процент оплодотворения составил 29,0%, выход свободных

эмбрионов – 10,3%. От 2 самок опытной группы УЗВ было получено 0,48 кг икры, процент оплодотворения составил 40,5%, выход свободных эмбрионов – 12,0%.

Усредненные показатели по группам находились в рамках средних показателей нерестовой кампании. Это дает нам основание полагать, что проведенный нами эксперимент не имел негативного влияния на рыбоводно-биологические показатели самок.

На основании проведенных исследований можно сделать предварительные выводы:

– у самок стерляди прохождение половых циклов имеет свои особенности, стадии оогенеза занимают разный временной интервал, на который большое влияние оказывает температура воды;

– созревание ооцитов в межнерестовый период протекает интенсивнее при более высокой температуре воды, что положительно сказывается на годовой динамике их развития;

– пропуск нереста у стерляди вызывает потерю половых продуктов в первый нерестовый период, но не оказывает значительного воздействия на окончание процесса оогенеза в следующий период;

– при прохождении стадии резорбции ооцитов наблюдается снижение массы тела, которая восстанавливается с началом их протоплазматического роста.

Список литературы

Подушка С.Б. 1999. Межнерестовые интервалы у осетровых (*Acipenseridae*). [Обзор литературы]. Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. СПб, 2, 20-38.

Пономарёва Е.Н., Сорокина М.Н., Григорьев В.А., Ковалёва А.В. 2010. Результаты разработки методов формирования маточных стад стерляди в условиях замкнутого водообеспечения. Вестник АГТУ. Рыбное хозяйство 1, 86-91.

Пономарёва Е.Н., Металлов Г.Ф., Корчунов А.А., Ковалёва А.В. 2012. Особенности развития репродуктивной системы донской стерляди в зарегулированных условиях водной среды. Известия Самарского научного центра РАН 14(5), 190-193.

Филиппова О.П., Бурцев И.А., Сафронов А.С., Дудин К.В., Аветиков М.С., Чекмарев А.С. 2009. Влияние температурных условий выращивания бестера (*Acipenser nikołjukini*) на длительность гаметогенеза и возраст достижения половой зрелости в установках замкнутого водообеспечения и в прудах. Трелы ВНИРО, 148, 170-179.

Филиппова О.П., Сафронов А.С., Зуевский С.Е., Дудин К.В. 2012. Особенности половых циклов самок бестера *Acipenser ruthenus* × (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*) аксайской породы при содержании в установке с замкнутым циклом водообеспечения. Вопросы рыболовства 13, № 2 (50), 396–410.

Филиппова О.П., Сафронов А.С., Зуевский С.Е., Дудин К.В. 2014. Влияние продолжительности межнерестового интервала на продукционные характеристики производителей гибридов белуги *Huso huso* L. и стерляди *Acipenser ruthenus* L. // Актуальные вопросы рыбного хозяйства и аквакультуры бассейнов южных морей России: Мат-лы Междунар. науч. конф. Ростов н/Д.: ЮНЦ РАН, 37–42.

Филиппова О.П., Зуевский С.Е., Сафронов А.С. 2015. Управление процессом созревания осетровых рыб в зависимости от температуры воды и объёмов воды в бассейнах. Рыбоводство и рыбное хозяйство 3, 16-20.

Чепуркина М.А., Чеканникова Е.В., Нашёкин А.А. 2004. Особенности формирования и эксплуатации маточного стада стерляди в условиях Западной Сибири. Мат. докл. II Междунар. научно-практ. конф. «Аквакультура осетровых рыб: Достижения и перспективы развития». Астрахань, 93-95.

Ретроспективный анализ развития нормативно-правового регулирования зимовальных ям Астраханской области

В.В. Барабанов, С.П. Чехомов

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань
e-mail: astraserg82@mail.ru

Ключевые слова: зимовальная яма, рыболовство, Правила рыболовства, Перечень зимовальных ям, рыбоохранный статус, Астраханская область.

Аннотация: Проведен анализ развития нормативно-правового регулирования (Правила рыболовства) зимовальных ям в Астраханской области. Отмечено, что Перечень зимовальных ям в Правилах рыболовства менялся 6 раз. Общее количество водных объектов, имеющих статус «зимовальных ям» за период существования Правил рыболовства, составило более 100. При этом ямообразование в условиях р. Волги и ее дельты, а также в р. Ахтубе – процесс непрерывный, результатом которого является формирование новых мест зимовок для проходных, полупроходных и речных видов рыб. Требуется дальнейшее совершенствование нормативно-правового регулирования зимовальных ям в Астраханской области.

Первые Правила рыболовства для Волго-Каспийского бассейна (Астраханская область) были введены в 1865 году. После этого они кардинально изменялись и заново утверждались ещё 11 раз: в 1902, 1911, 1933, 1937, 1940, 1953, 1955, 1962, 1984, 2009 и 2014 гг. При этом сам Перечень зимовальных ям был введен лишь в 1933 г. и в дальнейшем обновлялись ещё 5 раз (в 1953, 1962, 1984, 2009, 2014 гг.).

Правила рыболовства, редакции 1933 г. характеризуются начальным установлением списка зимовальных ям, насчитывающий 44 наименования водных объектов дельты Волги.

В перечне зимовальных ям Правил рыболовства (1953 г.) находилось 42 объекта дельты Волги. Исследованиями отмечалось резкое сокращение количества зимующих на ямах рыб.

Правила рыболовства, редакции 1962 г. характеризуются снижением количества зимовальных ям в дельте Волги, имеющие особый охранный статус, до 34. За 10-летие в связи с резким снижением скоплений рыб на ямах из списка охраняемых ям были исключены 23 ямы, 8 из которых (Черневая, Зеленгинская, Девкина, Орловская, Ивановская, Масловская, Карайская и Маячная) были открыты для рыболовства в 1955-1956 гг.

Особенностью Правил рыболовства, редакции 1984 г. являлся минимальный Перечень зимовальных ям дельты Волги, состоящий из 8 объектов, в которых запрещался промысел.

Правилами рыболовства (2009 г.) запрещалось рыболовство на 76 зимовальных ямах дельты Волги и на р. Ахтубе. Спустя пять лет Правилами рыболовства, редакции 2014 г. был утвержден список из 59 зимовальных ям, в том числе в дельте Волги - 47, который действует и по настоящее время.

Таким образом, за всю историю существования Правил рыболовства для Волго-Каспийского бассейна (Астраханская область) в Перечень зимовальных ям дельты Волги входила сотня ям. Причём от первоначального состава зимовальных ям (редакция Правил рыболовства 1933 г.) до наших дней свой рыбоохранный статус сохранило всего 5 ям (Золотая, Мартышка, Никитинская, Дамбинская и Машкина коса) (табл.).

Таблица. Динамики состава зимовальных ям дельты Волги в Перечнях Правил рыболовства для Волго-Каспийского бассейна (Астраханская область)

№	Название зимовальной ямы	Редакции Правил рыболовства					№	Название зимовальной ямы	Редакции Правил рыболовства				
		1933	1953	1962	1984	2009/2014			1933	1953	1962	1984	2009/2014
1	Мартышка	+	+	+	+	+	51	Колповская	+				
2	Никитинская	+	+	+	+	+	52	Мочалкина	+				
3	Дамбинская	+	+	+	+	+	53	Григорьевская	+				
4	Машкина (коса)	+	+	+	+	+	54	Аршиновская	+				
5	Кирсановская	+	+	+	+	+	55	Малая Исаковская	+				
6	Нижняя Зюйдевая		+	+	+	+	56	Суводная	+				
7	Сидоркина		+	+	+	+	57	Жиротопная	+				
8	Ходовая		+	+	+	+	58	Смирновская	+				
9	Золотинская/Золотая	+	+	+	+	+	59	Масловская		+			
10	Бакланья	+	+	+			60	Карайская		+			
11	Лаврушкина	+	+	+			61	Маячная		+			
12	Быстренькая	+	+	+			62	Измураткина		+			
13	Средне-Быстренькая	+	+	+			63	Куркина			+		
14	Андрюшина	+	+	+			64	Бухтовая					+
15	Морянная	+	+	+			65	Искусственная					+
16	Заваленная	+	+	+			66	Яма №1 по Рытому банку					+
17	Верхняя Полдневая	+	+	+			67	Яма №2 по Рытому банку					+
18	Нижняя Полдневая	+	+	+			68	Яма №3 по Рытому банку					+
19	Девкина	+	+	+			69	Яма №4 по Рытому банку					+
20	Большая Исаковская	+	+	+			70	Перекоп					+
21	Тимофеевская	+	+	+			71	Куцакинская					+
22	Чаканная	+	+	+			72	Староникитинская					+
23	Круглинская/Галкина	+	+	+			73	7-я Огневка на Белинском банке					+
24	Каныча	+	+	+			74	11-я Огневка на Главном банке					+
25	Морская		+	+		+	75	Яма №1 на Обжоровском банке					+
26	Ивановская	+	+				76	Яма №2 на Обжоровском банке					+
27	Орловская	+	+				77	Шемаха №1					+
28	Зеленгинская	+	+				78	Шемаха №2					+
29	Средняя	+		+			79	Шемаха №3					+
30	Плес/Прямая	+		+			80	Шемаха №4					+
31	Черневая		+	+			81	Шемаха №5					+
32	Створинские шалыги		+	+			82	Яма №1 на реке Митричева					+
33	Створинские шалыги		+	+			83	Яма №2 на реке Митричева					+
34	Створинские шалыги		+	+			84	Яма №3 на реке Митричева					+
35	Колочная		+	+			85	Яма №4 на реке Митричева					+
36	Белинская		+	+			86	Яма №5 на реке Митричева					+
37	Нижняя Белинская		+	+			87	Яма на канале Зюдевый					+
38	Нижняя Васильевская		+	+			88	Яма №1 на Кулагинском банке					+
39	Мурыгинская		+	+			89	Яма №2 на Кулагинском банке					+
40	Корзиночная		+	+			90	Яма №3 на Кулагинском банке					+
41	Николаевская	+					91	Яма №4 на Кулагинском банке					+
42	Бяшкина	+					92	Яма №1 на Колочном банке					+
43	Шуваловская	+					93	Яма №2 на Колочном банке					+
44	Створинская	+					94	Первая Хазовская яма					+
45	Тутинка	+					95	Вторая Хазовская яма					+
46	Поповская	+					96	Третья Хазовская яма					+
47	Коровья	+					97	Яма №1 на Створинском банке					+
48	Додоновская	+					98	Яма №2 на Створинском банке					+
49	Кабаний ильмень	+					99	Петровская яма					+
50	Шагинская	+					100	12-я Огневка на Главном банке					+

Отмечено, что изменения в режиме рыболовства, касающиеся Перечня зимовальных ям, за всю историю промысла вносились в Правила рыболовства шесть раз: 1933, 1953, 1962, 1984, 2009 и 2014 гг.

В настоящее время в дельте Волги образовалось или образуются ряд новых ям. На этих ямах уже наблюдаются скопления рыбы. При этом ряд «старых» ям, входящих в Перечень зимовальных ям, потеряли своё значение, как места массовой концентрации рыб, что связано с их обмелением. Таким образом, оперативное внесение изменений в Перечень зимовальных ям в Правила рыболовства, позволит исключать ямы, утратившие своё

рыбохозяйственное значение и включать в него новообразованные, своевременно выводя их из зоны промысла, что необходимо для сохранения и восстановления рыбных богатств бассейна (Барабанов и др., 2018).

Список литературы

Барабанов В.В., Чехомов С.П., Шипулин С.В. 2018. Нормативно-правовое регулирование и исследования зимовальных ям дельты р. Волги. Рыбное хозяйство 3, 31-37.

Оценка состояния молоди стерляди, полученной от икры, обработанной растворами дезинфицирующих средств

В.В. Барина¹, А.А. Бахарева², Р.Р. Баталова¹

¹Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань

²Астраханский государственный технический университет (ФГБОУ ВО «АГТУ»), г. Астрахань

e-mail: batina87@bk.ru

Ключевые слова: стерлядь, предличинка, личинка, молодь, дезинфицирующие средства, гидрохимические показатели, рыбоводно-биологические показатели.

Аннотация: В статье приводятся результаты исследования состояния молоди стерляди, полученной от обработанной растворами пероксида водорода и хлорида натрия икры. Дается рыбоводно-биологическая и ихтиопатологическая характеристика, выращиваемой молоди стерляди, согласно которой формируется вывод о целесообразности применения дезинфицирующих средств для обработки икры от сапролегниоза.

Перечень обозначений и сокращений. ЖКТ – желудочно-кишечный тракт, ИЦА-1 – стеклопластиковые бассейны, МУ (МУК) – методические указания.

При выращивании осетровых видов рыб в искусственных условиях рыбоводы часто сталкиваются с различными заболеваниями бактериальной и микозной этиологии. Одним из самых критических моментов в рыбоводстве является процесс инкубации. У осетровых видов рыб развитие икры происходит в течение 6-8 дней при температуре 15-17 °С. Именно эта температура является оптимальной для развития микозного заболевания, возбудителями которого являются микромицеты сем. Saprolegniaceae.

Существует много работ по изучению действия того или иного дезинфицирующего средства на икру во время обработок от сапролегниоза, однако, важной составляющей исследований в этой области является не только изучение прямого воздействия дезинфицирующих средств на икру, но и косвенного их влияния на молодь, полученную от этой икры. Таким образом, целью данной работы являлась оценка состояния молоди стерляди, полученной от обработанной ранее икры растворами двух дезинфицирующих средств разной концентрации, по рыбоводно-биологическим характеристиками и ихтиопатологическому анализу.

Материалы и методы. Выращивание полученных после инкубации предличинок, личинок и молоди от икры, обработанной растворами пероксида водорода и хлорида натрия (Изучение заболеваний, разработка..., 2019) осуществляли бассейновым методом на живых и искусственных кормах (Сборник инструкций и нормативно-методических..., 1986).

Полученные предличинки стерляди (средней массой 11 мг) от икры, обработанной дезинфицирующими средствами, были рассажены в бассейны типа ИЦА-1 в цехе с установкой замкнутого водоснабжения, далее переведены в бассейны с проточным режимом водоснабжения. Температура воды на дату посадки личинки была 15,6 °С.

В течение всего периода подращивания личинки и молоди стерляди осуществляли ежедневный контроль температурного и гидрохимического режимов в бассейнах (Инструкция по химическому анализу..., 1985).

В процессе перехода ранней молоди на активное питание пищевой рацион рыб состоял из науплий *Artemia* sp. и стартового комбикорма Advance немецкой компании «Coppens». Комбикорм содержит около 56% белка и 15% жира. Кормление рыб искусственным комбикормом начинали при переходе всех находящихся в эксперименте особей на экзогенное питание. Комбинированное кормление личинок живым и искусственным кормом продолжали до достижения молодью массы 1,0 г. Далее из рациона

постепенно изымали живые кормовые организмы и переводили на питание стартовым комбикормом. Суточная норма кормления соответствовала массе тела рыбы и температуре воды.

Контроль за темпом роста и физиологическим состоянием молоди осуществляли каждые 14 сут. Патологоанатомическое обследование проводили с применением микроскопии в соответствии с требованиями МУ 3.2.1756-03, МУК 3.2.988-00 (Эпидемиологический надзор...; Методы санитарно-паразитологической...). Взвешивание и измерение рыб, определение коэффициента упитанности выполняли согласно рекомендациям Правдина (Правдин, 1966).

Результаты исследований подвергались статистической обработке с помощью программы Microsoft Excel. Среднее арифметическое значение, ошибку средней ($\pm m$), коэффициент вариации (CV), критерий достоверности Стьюдента определяли с использованием методов описанным Лакиным (Лакин, 1990).

Результаты. Важной составляющей в процессе выращивания осетровых видов рыб является создание оптимальных условий для их полноценного развития и роста. Качество воды определяет состояние выращиваемых гидробионтов. Поэтому ежедневный контроль за основными гидрохимическими показателями, является необходимой составляющей на любом рыбноводном предприятии.

Анализ показателей качества водной среды проводили в течение всего периода выращивания предличинок, личинок и молоди стерляди в бассейнах, результаты которых приведены в таблице 1.

Таблица 1. Гидрохимические показатели среды при выращивании стерляди в бассейнах ИЦА-1

Дата	T °C	O ₂ , мг/л	pH	NH ₄ ⁺ , мг/л	NO ₂ ⁻ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/л	CO ₂ ²⁻ , мг/л
29.04	15,10	9,70	8,00	0,10	0,037	2,30	2,20
06.05	15,60	9,70	7,90	0,11	0,036	2,60	2,99
16.05	16,20	9,30	8,00	0,27	0,060	3,20	3,17
29.05	17,50	9,70	8,10	0,38	0,057	4,90	2,20
17.06	23,50	7,60	8,20	0,25	0,042	1,80	1,52
27.06	23,80	6,20	8,00	0,35	0,043	2,80	3,52
16.07	23,20	7,20	8,00	0,45	0,037	2,60	3,64
27.07	24,00	7,50	8,00	0,23	0,026	1,40	2,64
02.08	22,10	7,40	8,00	0,11	0,036	1,50	3,52
р. Волга	9,5	12,5	7,9	0,25	0,028	1,60	4,56
Норма	10-24	≥6	7-8	0,50	0,10	1,00	10

Основные показатели качества водной среды соответствовали нормативным значениям, оптимальным для роста, развития и выживаемости личинок и молоди стерляди (Сборник инструкций и нормативно-методических..., 1986). Однако уровень нитратов в пробах воды из бассейнов превышал предельно допустимые концентрации более чем в 2 раза. Следует отметить, что и в водоисточнике (р. Бахтемир – рукав р. Волга) регистрировалось повышенное содержание нитратов.

Обработка икры стерляди дезинфицирующими веществами оказала влияние на дальнейшее эмбриональное и постэмбриональное развитие особей (табл. 2, 3).

Таблица 2. Показатели выхода личинок стерляди после экспериментальной обработки икры растворами дезинфицирующих средств разной концентрации

Показатель	Концентрации растворов, %					
	контроль	перексид водорода			хлорид натрия	
		-	0,50	1,00	3,00	5,00
Вылупление личинки, %	41,00	39,10	5,38	1,06	2,13	0,00
Переход на активное питание, %	40,90	38,10	6,40	1,90	3,20	-
Выживаемость, %	39,10	36,30	5,90	1,30	2,80	-

Как видно из таблицы 2, наименьшее количество вылупившихся личинок получено от икры, обработанной 3%-м раствором пероксида водорода, после обработки икры 10%-м раствором хлорида натрия вся икра погибла. Показатель процента вылупления предличинок, полученных от икры, обработанной 0,5%-м раствором пероксида водорода близок к значениям контрольной группы. Низкое значение процента вылупления предличинок стерляди, вероятно, связано с отсутствием ежедневного отбора пораженной сапролегниевыми микромицетами икры, который преднамеренно не проводили для определения процента заражения.

Вылупившиеся предличинки, посаженные в бассейн, находились на 36-37-й стадии развития. Развитие предличинок до 45-й стадии проходило без отклонения от нормативов а(1 сут – 1 стадия). Увеличение отхода предличинок наблюдалось на стадии перехода на жаберное дыхание (41-я стадия), роение и переход особей на активное питание проходил без особенностей. Максимальное значение показателя перехода на активное питание отмечено у личинок контрольной группы и личинок, полученных от икры, обработанной 0,5%-м раствором пероксида водорода.

Минимальная смертность предличинок наблюдалась в контрольном варианте без обработки дезинфектантом – 60,9% и в группе предличинок, оплодотворенная икра которых подверглись обработке 0,5% раствором пероксида водорода – 63,7%. В остальных группах смертность личинок составила более 94%.

Обработка оплодотворенной икры стерляди 3 и 5%-ым раствором хлорида натрия способствовала снижению роста и высокой смертности личинок, не достигших массы 0,5 г. В остальных вариантах опыта, в конце периода выращивания, масса сеголеток составила в среднем 43,1 г, что соответствует нормативным значениям (Сборник инструкций и нормативно-методических..., 1986). При этом, следует отметить незначительное отставание в росте молоди из экспериментальных групп (табл. 3).

При достижении молоди стерляди навески более 40 г определяли скорость массонакопления по формуле Купинского:

$$K_M = \frac{2(W_n^{1/3} - W_0^{1/3}) * 3}{t},$$

рассчитывали коэффициент упитанности по Фультону. Данные приведены в таблице 3.

Одним из показателей, отражающим физиологическое состояние рыб, является коэффициент упитанности. Показатель упитанности молоди стерляди свидетельствует об удовлетворительном состоянии выращиваемых рыб как в контрольной, так и в экспериментальных группах.

Таблица 3. Рыбоводно-биологические показатели молоди стерляди

Концентрации растворов ДВ, %	W±m, г	CVW, %	L±m, см	CVL, %	F±m, ед.	CVF, %
Контроль	43,68±1,93	22,04	21,82±0,37	8,42	0,41±0,01	11,45
Пероксид водорода						
0,5	43,00±1,91	22,27	21,76±0,42	9,19	0,42±0,02	21,72
1	42,62±1,86	21,28	21,74±0,35	7,95	0,41±0,01	16,00

Размерно-массовые показатели молоди контрольной и экспериментальных групп значимых отличий не имели. Коэффициент вариации (CV) массы, длины и упитанности свидетельствует об однородности значений данных совокупностей и средней степени рассеивания значений. Максимальное значение Км (3,05) было отмечено у стерляди в возрасте 107 сут, полученной от икры, обработанной 0,5%-м раствором пероксида водорода, минимальные значения (0,01) – у рыб на 30 сут в контрольной и во всех опытных группах (рис. 1).

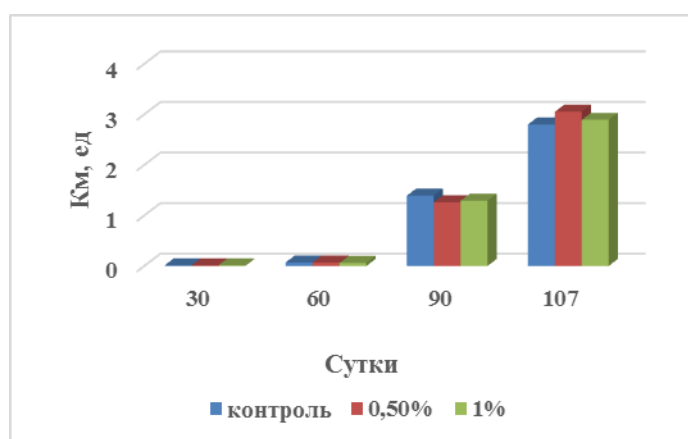


Рис. 1. Динамика значений коэффициента массонакопления стерляди в период выращивания

В течение всего периода выращивания проводили клиническое и патологоанатомическое обследования личинок и молоди стерляди во всех опытных группах.

Наблюдение за поведением личинок показало, что в первые дни после посадки в бассейны, все особи находились в толще воды, на шумовой и тактильный раздражители реагировали положительно, отмечен положительный фототаксис. Клинический осмотр особей из экспериментальной и контрольной групп аномальных отклонений в развитии органов не выявил.

При достижении молодью возраста 120 сут наблюдалось активное пищевое поведение. Рыбы охотно потребляли искусственные корма, при этом основная часть особей держалась у дна, единичные экземпляры – у поверхности воды. Реакция рыб на раздражители соответствовала нормальному поведению.

Внешний осмотр молоди показал целостные кожные покровы и плавники, нормальное слизеотделение. Слизь прозрачная, тянущаяся, однородной консистенции (Рис. 2а).

В результате патологоанатомического обследования отмечено следующее: жабры красного цвета, ослизнение в пределах нормы, кровеносный сосуд немного расширен. Желудочно-кишечный тракт без повреждений, стенки прозрачные, целостные. У всех обследованных рыб ЖКТ наполнен сухим кормом. Печень бежевого цвета (Рис. 2б), нормальной формы, мажущей консистенции. Подобные изменения характерны для молоди, выращенной в бассейнах на искусственных кормах. Почки темно-коричневого цвета,

упругой консистенции. Селезенка малинового цвета, треугольной формы, нормальной консистенции. Сердце без патологий. Мышцы без повреждений.

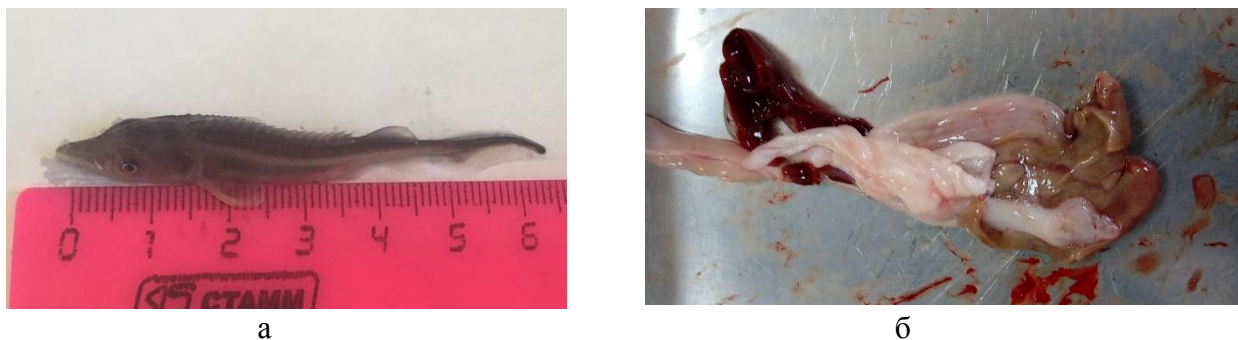


Рис. 2. Состояние органов молоди стерляди, полученной от икры, обработанной дезинфицирующими средствами: а – внешний вид молоди стерляди, б – внутренние органы молоди стерляди

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено отрицательное влияние обработки оплодотворенной икры растворами пероксида водорода в концентрациях 1, 3% и хлорида натрия – 5 и 10%, на выживаемость эмбрионов и личинок стерляди, их функциональное состояние и темп роста. Использование 0,5% раствора пероксида водорода не отразилось на выживаемости, росте и физиологическом состоянии рыб. В связи с этим необходимо продолжить поиск оптимальных концентраций препарата, а также определить время экспозиций дезинфектантов.

Поиск и апробация новых дезинфицирующих средств, а также разработка новых и модификация старых методов обработки является актуальным направлением исследований. Во время проведения экспериментов следует изучать как прямое воздействие факторов на живой объект, так и косвенное, прослеживая этапность развития и отклонения от нормы.

Список литературы

Изучение заболеваний, разработка современных методов и средств диагностики, профилактики, лечения и инструктивно и методической документации по охране здоровья объектов аквакультуры [Текст]: отчет о НИР (2 квартал), Том 2 / ФГБНУ «ВНИРО»; рук. И. В. Бурлаченко; отв. исполн.: В. В. Барина [и др.]. – М., 2019 г. – 1709 с.

Инструкция по химическому анализу воды прудов: Утв. М-вом рыб. хоз-ва СССР 20.03.84, 2-е изд., доп. - М.: Изд-во ВНИИПРХ. 1985. - 46 с.

Лакин Г.Ф. 1990. Учебное пособие для биол. спец. вузов, 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Изд-во «Высшая школа», 352 с.

МУ 3.2.1756-03 Эпидемиологический надзор за паразитарными болезнями. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200042676>

МУК 3.2.988-00 Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200030400>

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

Сборник инструкций и нормативно-методических указаний по промышленному разведению осетровых рыб в Каспийском и Азовском бассейнах. – М.: Изд-во ВНИРО. 1986. - 271 с.

Получение и сравнительная характеристика физико-химических свойств гидролизатов коллагена из соединительной ткани трески (*Gadus morhua*) и голотурии (*Molpadia borealis*)

А.В. Барышников, В.Ю. Новиков, К.С. Рысакова, Н.В. Шумская, О.Р. Узбекова,
И.И. Лыжов, В.А. Мухин

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича), г. Мурманск
e-mail: baryshnikov@pinro.ru

Ключевые слова: коллаген, гидролизат коллагена, гликозаминогликаны, ультрафильтрация, ферментативный гидролиз.

Аннотация: В работе изучали возможность получения водорастворимых гидролизатов коллагена из кожи трески *Gadus morhua* и голотурии *Molpadia borealis*. Проведен анализ инфракрасных спектров пропускания и химический анализ общих углеводов и коллагена. Установлено, что свойства коллагена голотурий отличаются от свойств коллагена рыб и получение водорастворимых производных коллагена требует дополнительного ферментативного гидролиза.

Введение. Соединительная ткань живых организмов, в том числе морских, выполняет важную структурную и защитную функции, образует опорный каркас (stroma) и наружные покровы (дерму) всех органов. Она состоит в основном из белков – коллагена и эластина.

Коллаген является фибриллярным белком, который обеспечивает прочность и эластичность соединительной ткани. Механические свойства коллагена связаны с его первичной и пространственной структурами (Collagen..., 2008; Biochemistry of Collagens..., 2016). В настоящее время описано 28 типов коллагена, которые отличаются друг от друга по аминокислотной последовательности и степени модификации. Кроме коллагеновых белков существует множество других белков, содержащих в своей структуре домены с тройной коллагеновой спиралью, но их причисляют к «коллагеноподобным» (Brinckmann, 2005).

В промышленности его выделяют преимущественно из кожи крупного рогатого скота и свиней. В настоящее время непопулярность этого источника мотивирована религиозными ограничениями, наличием сопутствующих заболеваний, таких как, например, коровья губчатая энцефалопатия, и соответствующим риском этих заболеваний для людей. Коллаген морского происхождения более безопасен и является важной альтернативой коллагену наземных животных. По этой причине достаточно много исследований проводится по выделению коллагена из морских источников. Белки соединительной ткани могут быть получены из рыб (кожа, кости, чешуя, плавники) и беспозвоночных (иглокожие, ракообразные, медузы) (Moreira-Silva и др., 2016; Schmidt и др., 2016).

Для водных объектов Северного рыбохозяйственного бассейна имеются данные о содержании белков различных частей тела (Константинова и др., 1997), но практически отсутствуют сведения о содержании коллагена. Выделение и использование коллагена морских организмов может решить задачу снижения белоксодержащих отходов, образующихся при производстве рыбопродукции и составляющих от 30 до 70% исходного сырья. В последнее время увеличилось количество рыбной продукции, изготавливаемой из обезшкуреного филе, отходы производства которого в большинстве случаев подвергаются утилизации.

Получение растворимого коллагена (гидролизата коллагена, желатина) из кожи рыб известно давно. Традиционно из кожи рыб путем экстракции горячей водой получают частично деструктурированный коллаген – желатин, применяющийся главным образом в пищевой промышленности.

Сфера применения коллагена значительно расширяется при увеличении его растворимости, поэтому в последнее время большое число публикаций посвящено получению коллагена растворимого в кислотах (Brinckmann, 2005; Семенычева и др., 2014; Se-Kwon Kim, 2013) и почти полностью гидролизованного до аминокислот и пептидов.

Растворимые продукты гидролиза коллагена представляют значительный интерес для медицины. В статье (Hongdong, Li, 2017) представлены недавние результаты исследований (2010-2017 гг.) относительно благоприятного действия гидролизатов коллагена в экспериментах с животными и клинических экспериментах. Показано улучшение противоокислительной способности, омолаживающий результат, предотвращение и обработка остеопороза и остеоартрита, улучшение заживления мелких ран, противоопухолевый эффект, снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний, противовоспалительное и другие действия низкомолекулярных продуктов расщепления коллагена.

Потенциальным источником коллагена и его гидролизатов считаются голотурии. В морях северного промыслового бассейна распространено несколько видов голотурий *Molpadia arctica*, *M. borealis* и *Cucumaria frondosa* (Мухортова и др., 2018).

Из научных публикаций известны способы получения коллагена из голотурий в виде нерастворимых волокон (Trotter et al., 1995) и растворимого гидролизата коллагена (Cui et al., 2007) где использовали двухступенчатую схему получения растворимого гидролизата коллагена. Первая стадия включает выделение волокон сырого коллагена промывкой измельченной ткани кожно-мышечного мешка водой и раствором ЭДТА в 0,1 М Трис-НСI при рН 8,0 и щелочную обработку для удаления неколлагенового вещества (белки). Вторая – гидролиз коллагена раствором пепсина, растворение полученного препарата в 0,5 М уксусной кислоте и очистку диализом. Этот способ используется при получения растворимого гидролизата коллагена из разных видов голотурий *Stichopus monotuberculatus* (Zhong et al., 2015), *Stichopus japonicas* (Zhu et al., 2012), *Parastichopus californicus* (Liu et al., 2010), *Holothuria parva* (Adibzadeh et al, 2014), *Stichopus vastus* (Abedin et al, 2014) и др.

Цель настоящей работы – получение водорастворимых гидролизатов коллагена из кожи трески и мускульного мешка голотурии, а также изучение их физико-химических свойств.

Объекты и методы исследований. В качестве коллагенсодержащего сырья использовали кожу трески *G. morhua* и мускульный мешок голотурии *M. borealis*, которые были заготовлены в экспедиционных условиях на месте промысла (Центральный желоб Баренцева моря, май 2017 г.). Для сравнения использовали препарат гидролизата коллагена из кожи трески («Van Ork Voeding», Нидерланды).

Коллаген выделяли несколькими методами, основанными на экстракции уксусной кислотой: по методу Семенычевой (Семенычева и др., 2014) – способ 1 и по методу Иванкина (Лисицын и др., 2002) – способ 2.

Разделение твердой и жидкой фракций после экстракции проводили с помощью центрифуги Avanti J-25 (Beckman, США).

Для ультрафильтрации растворов применяли установку УП-1 (НПП «Биоспектр», СССР) с половолоконным аппаратом УВА-2-5, с порогом задерживания 5 кД.

Высушивание образцов осуществляли в лиофильной сушилке НЕТО HD 8 (Швеция).

Ферментативный гидролиз проводили с использованием препарата «гепатопанкреатин», полученного из гепатопанкреаса камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Mukhin et al, 2007) и пепсина (Saito et al, 2002).

Массовую долю коллагена рассчитывали по массовой доле 4-гидроксипролина, определенного стандартным методом (ГОСТ 33692-2015) после проведения кислотного гидролиза белков (Moore, Stein, 1963).

Молекулярную массу определяли с помощью эксклюзионной ВЭЖХ на жидкостном хроматографе LC-10AVP (Shimadzu Corp., Япония) с использованием колонки TSKgel α -4000 (Tosoh, Япония) и спектрофотометрического детектора SPD-10AVP (205 и 280 нм) в

0,15 моль/дм³ растворе NaCl. Для градуировки использовали набор белков с известной молекулярной массой фирмы Sigma (США).

Сумму гликозаминогликанов определяли по методике Дише (Jo et al, 2005). Для градуировки использовали хондроитина сульфат («GreenLand Health», КНР).

Содержание минеральных веществ (золы) определяли стандартным методом (ГОСТ 7636-85).

Регистрацию ИК спектров образцов проводили в диапазоне волновых чисел 400-4000 см⁻¹ на Фурье ИК спектрофотометре IRTracer 100 (Shimadzu, Япония) в таблетках бромида калия («Fluka», США).

Результаты и обсуждение. Препарат гидролизата коллагена, полученный по способу 1 содержал коллаген (32,4 %) и большое количество золы (12,3 %). Способ 2 позволяет получить продукт с более высокой концентрацией коллагена (73,8 %) и меньшим содержанием минеральных веществ (7,7 %).

В ИК спектрах наблюдаются пики поглощения при 563, 608, 878, 965, 1031 и 1461-1611 см⁻¹, обусловленные, по-видимому, присутствием минеральных соединений, в частности, карбонатов, фосфатов кальция. (рис. 1). После ультрафильтрации был получен беззольный препарат (массовая доля коллагена - 98,1 %, золы - 0,65 %). ИК спектр этого образца оказался идентичным гидролизату коллагена из кожи трески.

Уменьшение молекулярной массы позволяет повысить растворимость гидролизата коллагена. Например, обработка сырья в течение 3 ч при 50 °С ферментом из гепатопанкреаса камчатского краба снижает молекулярную массу (рис. 2).

При разработке способа выделения коллагена из *M. borealis* учитывали также возможность выделения гликозаминогликанов, массовая доля которых составляет около 15%. Поэтому к стадии кислотной экстракции коллагена была добавлена стадия щелочной экстракции кислых полисахаридов. Результаты исследования фракций и осадка приведены на рисунках 3 и 4.

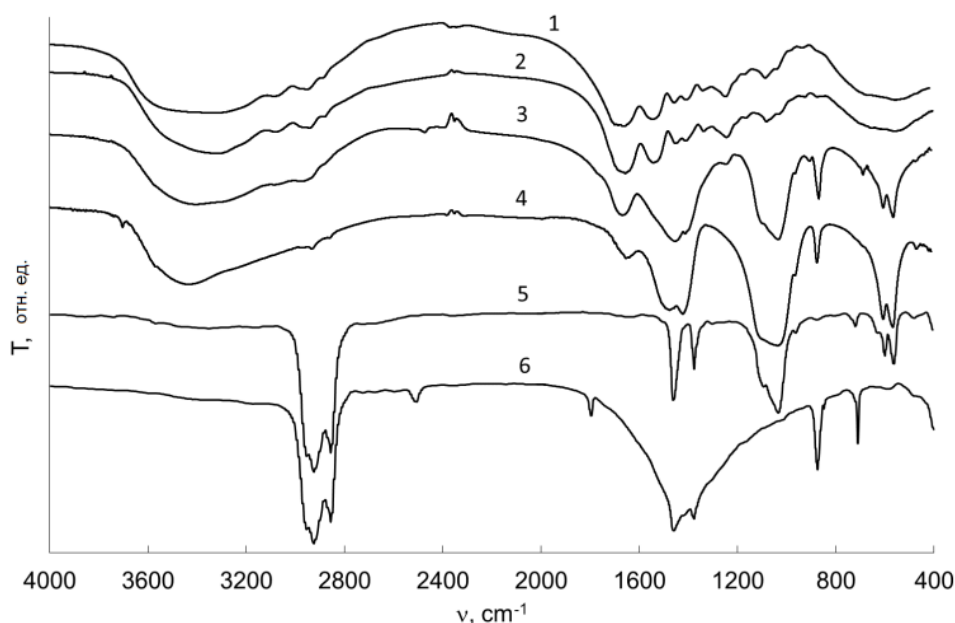


Рис. 1. ИК спектры пропускания образцов гидролизатов коллагена из кожи тески и карбонатов: 1 – образец фирмы «Van Ork Voeding»; 2 – способ 1 после ультрафильтрации; 3 – способ 2; 4 – способ 1 без ультрафильтрации, 5 – Ca₃(PO₄)₂; 6 – CaCO₃

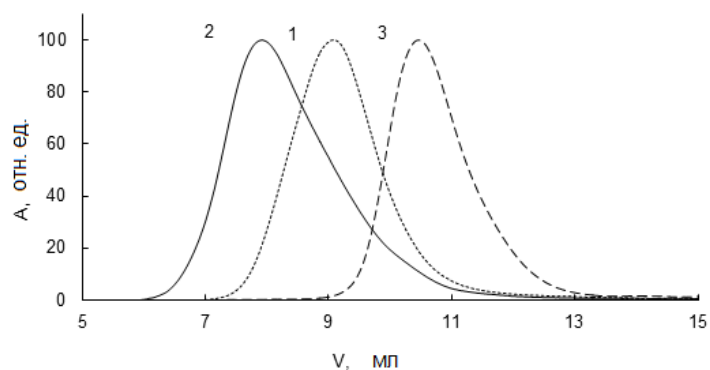


Рис. 2. Хроматограммы образцов коллагена, полученных из кожи трески: 1 – образец фирмы «Van Ork Voeding» (27,6 кД), 2 – полученный по способу 1 (185,0 кД) и 3 – по способу 1 с ферментной обработкой 3 ч при 50 °С (12,4 кД).

A – оптическая плотность при 205 нм, отн. ед., V – объем элюирования, мл.

ИК спектры образцов, полученных после первой и второй щелочной экстракции, близки к спектру пропускания желатина, что может быть объяснено частичным растворением коллагена в щелочной среде.

При первой и второй кислотной обработке ИК спектры образцов, выделенных из кислотного фильтрата, не соответствуют спектрам коллагена, хотя содержат некоторые его количества.

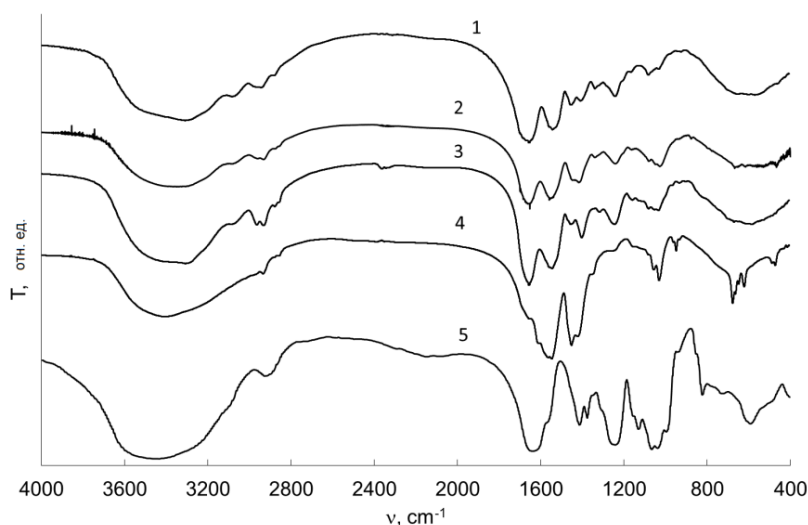


Рис. 3. ИК спектры пропускания образцов: 1 – желатин из кожи трески; 2 – осадок после экстракции кожно-мышечного мешка голотурии *M. borealis*; 3 – щелочной экстракт; 4 – кислотный экстракт; 5 – хондроитина сульфат

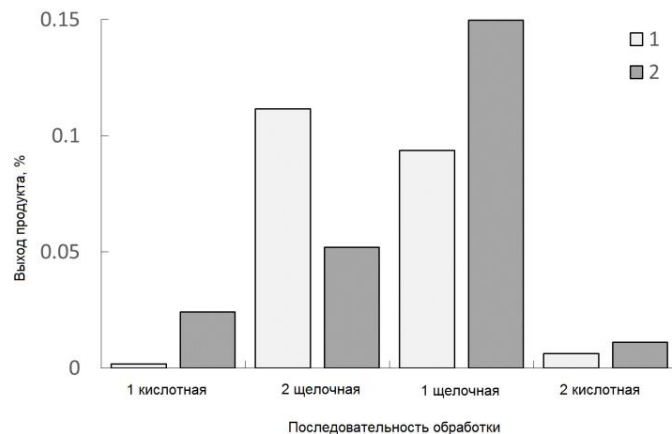


Рис. 4. Распределение гликозаминогликанов (1) и коллагена (2) во фракциях, полученных экстракцией из кожно-мышечной стенки голотурии *M. borealis*

Результаты экспериментов показали, что в обоих случаях большая часть коллагена не растворяется ни в щелочной, ни и кислой среде и остается в осадке, в отличие от коллагена из кожи трески. ИК спектр нерастворимого осадка практически повторяет спектр коллагена (рис. 3). Массовая доля коллагена в осадке составила 23,4 %.

Для получения растворимого гидролизата коллагена осадок был обработан пепсином. Выход растворимого коллагена составил 80% от массы осадка. ИК спектр продукта соответствовал спектру коллагена.

Заключение. В работе изучена возможность получения растворимого коллагена из разных морских организмов – рыб и иглокожих. Показана возможность получения растворимого гидролизата коллагена из кожи трески и очистки его с помощью ультрафильтрации от низкомолекулярных веществ, в том числе, минеральных солей. Установлено, что кислотная и щелочная обработки тканей морского огурца не позволяет полностью экстрагировать коллаген, основное его количество остается нерастворимым. Для перевода его в водорастворимое состояние требуется дополнительный гидролиз, например, ферментным препаратом.

Список литературы

Abedin M.Z., Karim A.A. et al. 2014. Physicochemical and biochemical properties of pepsin-solubilized collagen isolated from the integument of sea cucumber (*Stichopus vastus*). Journal of Food Processing and Preservation 38(4), 2027-2036.

Adibzadeh N., Aminzadeh S., Jamily S., Karkhane A.A., Farrokhi N. 2014. Purification and characterization of pepsin-solubilized collagen from skin of sea cucumber *Holothuria parva*. Appl Biochem Biotechnol. 173(1), 143-154.

Biochemistry of Collagens, Laminins and Elastin. Structure, Function and Biomarkers. 2016. Ed. by M. A. Karsdal. Amsterdam, Boston и др.: Academic Press, 240 p.

Brinckmann J. 2005. Collagens at a glance. In Collagen: Primer in Structure, Processing and Assembly. Topics in Current Chemistry 247. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1-6.

Collagen. Structure and Mechanics. 2008. Ed. by P. Fratzl. New York: Springer Science+Business Media, LLC, 516 p.

Cui F., Xue C., Li Z., Zhang Y., Dong P., Fu X., Gao X. 2007. Characterization and subunit composition of collagen from the body wall of sea cucumber *Stichopus japonicas*. Food Chem. 100 (3), 1120-1125.

Hongdong S, Li Bo. 2017. Beneficial effects of collagen hydrolysate: A review on recent developments. Biomed. J. Sci. & Tech. 1 (2), 1-4.

- Jo J.-H., Do J.R., Kim Y.M., Kim D.S., Lee T.K., Kim S.B., Cho S.M., Kang S.N., Park D.C. 2005. Optimization of shark (*Squatina oculata*) cartilage hydrolysis for the preparation of chondroitin sulfate. *Food Science and Biotechnology* 14(5), 651-655.
- Liu Z., Oliveira A.C.V., Su Y.C. 2010. Purification and characterization of pepsin-solubilized collagen from skin and connective tissue of giant red sea cucumber (*Parastichopus californicus*). *J. Agric. Food Chem.* 58(2), 1270-1274.
- Moore S., Stein W.H. 1963. Chromatographic determination of amino acids by the use of automatic recording equipment. *Methods Enzymology* 6, 819-831.
- Moreira-Silva J., Diogo G.S., Marques A.L.P., Silva T.H., Reis R.L. 2016. Marine collagen isolation and processing envisaging biomedical applications. In *Biomaterials from nature for advanced devices and therapies*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 16-36.
- Mukhin V.A., Smirnova E.B., Novikov V.Yu. 2007. Peculiarities of digestive function of proteinases in invertebrates – inhabitants of cold seas. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology* 43(5), 476-482.
- Saito M., Kunisaki N., Urano N., Kimura S. 2002. Collagen as the major edible component of sea cucumber (*Stichopus japonicus*) *J. Food Sci.* 67 (4), 1319-1322.
- Schmidt M.M., Dornelles R.C.P., Mello R.O., Kubota E.H., Mazutti M.A., Kempka A.P., Demiate I.M. 2016. Collagen extraction process. *International Food Research Journal* 23(3), 913-922.
- Se-Kwon Kim. 2013. *Marine proteins and peptides: biological activities and applications*. John Wiley & Sons, Ltd., 785 p.
- Trotter J.A., Lyons-Levy G., Thurmond F.A., Koob T.J. 1995. Covalent composition of collagen fibrils from the dermis of the sea cucumber, *Cucumaria frondosa*, a tissue with mutable mechanical properties. *Comp. Biochem. Phys.* 112(3-4), 463-478.
- Zhong M., Chen T., Hu C., Ren C. 2015. Isolation and characterization of collagen from the body wall of sea cucumber *Stichopus monotuberculatus*. *Food Science* 80(4), 671-679.
- Zhu B.-W., Dong X.-p. et al. 2012. Physicochemical properties and radical scavenging capacities of pepsin-solubilized collagen from sea cucumber *Stichopus japonicus*. *Food Hydrocolloids* 28 (1), 182-188.
- ГОСТ 33692-2015. Белки животные соединительнотканнные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 27 с.
- ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Стандартинформ, 86 с.
- Константинова Л.Л., Двинин Ю.Ф., Лебская Т.К. и др. 1997. Технохимические свойства промысловых рыб Северной Атлантики и прилегающих морей Северного Ледовитого океана. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 183 с.
- Лисицын А.Б., Иванкин А.Н., Неклюдов А.Д. 2002. Методы практической биотехнологии. М.: Изд-во ВНИИМП, 402 с.
- Мухортова А.М., Узбекова О. Р., Лыжов И.И., Барышников А.В., Новиков В.Ю. Мухин В.А. 2018. Сравнительная технохимическая характеристика и перспективные направления переработки. голотурий (*Molpadia arctica*, *Molpadia borealis* и *Cucumaria frondosa*) Баренцева и Карского морей. *Рыбное хозяйство* 1, 36-39.
- Семенычева Л.Л., Астанина М.В. и др. 2014. Способ получения укусной дисперсии высокомолекулярного рыбного коллагена: Патент РФ 2567171.

Современное состояние популяции окуня *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758) Широковского водохранилища

В.В. Безматерных, С.Н. Казаринов, С.П. Огородов

Пермский филиал ФГНУ «ВНИРО», г. Пермь,
e-mail: kazarinov@permniro.ru

Ключевые слова: окунь, размерно-возрастной состав, рост, водохранилище.

Аннотация: В статье рассмотрен размерный, возрастной состав уловов окуня, весовой и линейный рост и общая смертность окуня в Широковском водохранилище.

Широковское водохранилище расположено на р. Косье в Губахинском районе Пермского края и является третьим по величине водохранилищем в регионе. В настоящее время водоем имеет важное рекреационное значение и осваивается рыбаками-любителями. В центральной части водохранилища сформировано два рыбопромысловых участка, промысел на которых не осуществляется, что, по нашему мнению, связано с труднодоступностью и слабым рыбопромысловым значением водохранилища.

Наши исследования последних лет (Казаринов, Огородов, 2018) показали, что ихтиофауна Широковского водохранилища представлена 11 видами рыб, наиболее массовыми из них являются четыре вида – окунь, плотва, елец и лещ, имеющие важное значение для любительского рыболовства на водоеме.

Цель работы – проведение анализа размерно-возрастного состава, весового и линейного роста окуня Широковского водохранилища.

Материал и методика. В основу работы положены результаты ресурсных исследований, проведенных Пермским отделением ФГБНУ «ГосНИОРХ» на Широковском водохранилище в летний период 2011, 2016 и 2017 гг. Для отлова рыбы применялись ставные сети с ячейей 10–80 мм, длиной от 10 до 90 м и высотой 1,0–5,0 м, а также мальковая волокуша длиной 10 м с ячейей 4 мм. Обработку материала проводили в полевых и камеральных условиях, используя общепринятые ихтиологические методики (Чугунова, 1959; Правдин, 1966).

Для оценки структуры популяции использовали рыболовное усилие. Для ставных сетей промысловое усилие выражали в стандартных сетепостановках (24-час экспозиция сети длиной 37,5 м и высотой 2 м), для мальковой волокуши – через площадь облова. Всего было проведено 104 стандартных сетепостановки, мальковой волокушей сделано 11 притонений общей площадью 0,2 га.

Линейный рост описывали с помощью логистической функции:

$$L = L_{\infty} / (1 + \exp(-a \times (t - b))), \text{ где}$$

t – возраст рыбы; L – длина рыбы, L_{∞} – теоретическая максимальная длина рыб; a , b – параметры уравнения. Оценку параметров уравнения проводили с применением пакета **nls** для R (; r Core Team, 2019). Весовой рост описывали степенной функцией

$$W = a L^b,$$

параметры которой оценивали с помощью функции $\text{lm}()$ пакета **stats** для R (r Core Team, 2019). Сравнение моделей самок и самцов окуня, а также моделей Широковского и Камского водохранилища проводили с помощью стандартных функций $\text{lm}()$ и $\text{aov}()$ пакета **stats**.

Результаты и обсуждение. Размерно-возрастной состав. Длина речного окуня варьировала от 48 до 375 мм (в среднем $122 \pm 1,8$ мм), масса от 1,9 до 1250,0 г (в среднем $49,2 \pm 4,15$ мм), возраст рыб составлял от 1+ до 16+ (табл. 1). Самцы в уловах представлены особями возрастов от 1+ до 14+, длиной 61–335 мм и массой 3,2–704,0 г. Возраст самок составлял от 1+ до 16+, длина варьировала от 62 до 375 мм, масса 3,9–1250,0 г.

Таблица 1. Размерно-возрастная структура окуня *Perca fluviatilis* в Широковском водохранилище

Возраст, лет	п, экз.	Длина, мм	Масса, г
0–0+	2	$\frac{50}{48-51}$	$\frac{1,9}{1,9-2,0}$
1–1+	67	$\frac{72 \pm 0,8}{60-88}$	$\frac{6,6 \pm 0,2}{3,2-12,1}$
2–2+	46	$\frac{106 \pm 0,8}{92-115}$	$\frac{19,2 \pm 0,5}{12,3-29,0}$
3–3+	45	$\frac{122 \pm 1,9}{99-163}$	$\frac{32 \pm 1,8}{19-83}$
4–4+	22	$\frac{140 \pm 2,16}{118-165}$	$\frac{41 \pm 2,5}{26-66}$
5–5+	30	$\frac{176 \pm 4,17}{149-238}$	$\frac{104 \pm 10,18}{50-281}$
6–6+	8	$\frac{213 \pm 7,2}{188-250}$	$\frac{181 \pm 23,1}{120-311}$
7–7+	7	$\frac{220 \pm 8,7}{200-260}$	$\frac{199 \pm 29,11}{145-351}$
8–8+	3	$\frac{240 \pm 9,6}{225-258}$	$\frac{259 \pm 33,1}{213-323}$
9–9+	1	246	314
10–10+	2	$\frac{302}{295-308}$	$\frac{529}{528-530}$
11–11+	1	323	708
13–13+	1	320	596
14–14+	1	335	704
16–16+	2	$\frac{375}{375-375}$	$\frac{1147}{1043-1250}$
Всего	238		

Численно в уловах преобладали три возрастные группы – двух-, трех- и четырехлетки (табл. 1). Относительная численность этих возрастных групп (улов выраженный через стандартную сетепостановку) составила 80,9% всех рыб (18,5–42,3% численности) (рис. 1).

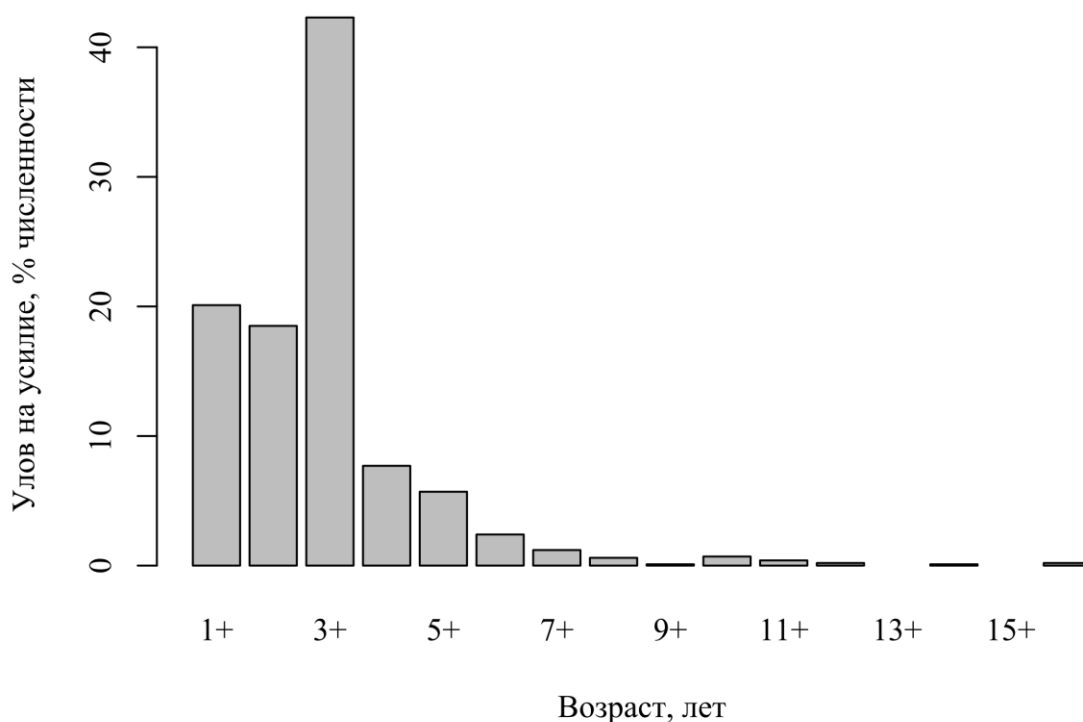


Рис. 1. Относительная численность разных возрастных групп речного окуня *Perca fluviatilis* в уловах ставных сетей на Широковском водохранилище

Возраст полового созревания. В уловах 2017 г. отмечен самец в трехгодовалом возрасте, имеющий IV степень зрелости гонад, длиной 98 мм и массой 14 г. Минимальная длина самки имеющей IV степень зрелости гонад в уловах 2017 г. составила 113 мм, масса 22 г, возраст рыбы также составлял 2+. Массово самцы окуня созревают в 3 годовалом возрасте, самки на год позже. Сроки полового созревания окуня в Широковском водохранилище не отличаются от таковых для окуня в нижерасположенном Камском водохранилище.

Линейный и весовой рост. Максимальные линейные приросты окуня Широковского водохранилища наблюдаются в первые два года жизни, замедление темпов линейного роста на третьем и четвертом годах жизни связано с достижением половой зрелости особей. Адекватную модель роста по Берталанффи построить не удалось, поэтому для описания линейного роста окуня было использовано уравнение логистической функции, в соответствии с которой теоретическая максимальная длина рыб (L_{∞}) составила 388 мм, коэффициент $a = 5,62$, $b = 3,58$, ошибка регрессии составила 9,98 мм (рис. 2).

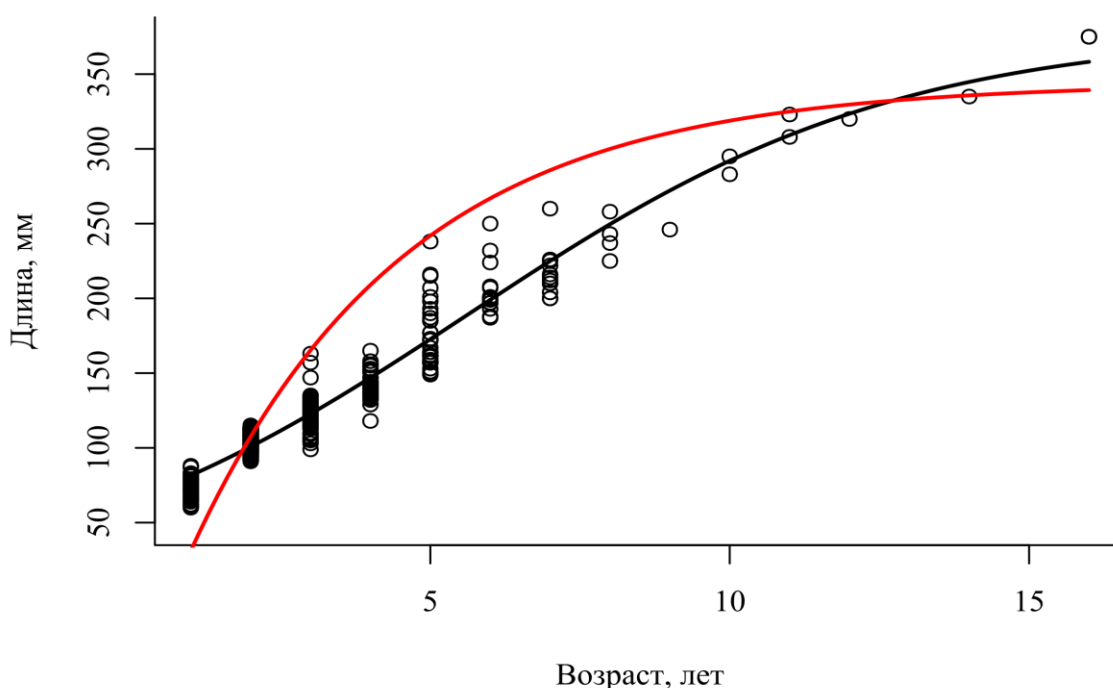


Рис. 2. Линейный рост речного окуня *Perca fluviatilis*: 1) черная линия – Широковское водохранилище; 2) красная линия – Куйбышевское водохранилище (Тележникова и др., 2018).

Наибольшие весовые приросты наблюдаются в 5-6-летнем возрасте. Зависимость длины от массы окуня Широковского водохранилища описывается степенной функцией

$$W = 0,000013 L^{3,06 \pm 0,017}$$

($R^2 = 0,982$) (рис. 3). При сравнении параметров весового роста самцов и самок существенных отличий не обнаружилось ($F = 0,28$; $p = 0,60$ для параметра a , $F = 0,24$; $p = 0,88$ для параметра b), поэтому в целях нахождения массы по длине окуня следует применять обобщенную модель (табл. 2).

Таблица 2. Значения коэффициентов уравнений зависимости длина–масса ($W = a L^b$) речного окуня *Perca fluviatilis* в Широковском водохранилище

Пол	n, экз.	Предельные значения		Параметры модели весового роста		R^2
		Длина, мм	Масса, г	a	b	
Самцы	54	61 – 335	3,2 – 704	$1,2 \times 10^{-5}$	$3,08 \pm 0,033$	0,987
Самки	175	62 – 375	3,9 – 1250	$1,0 \times 10^{-5}$	$3,11 \pm 0,031$	0,987
Все особи	576	61 – 375	1,9 – 1250	$1,3 \times 10^{-5}$	$3,06 \pm 0,017$	0,982

При сравнении данных с окунем расположенного ниже Камского водохранилища за аналогичный период 2016–2017 гг. ($a = 1,0 \times 10^{-5}$, $b = 3,11 \pm 0,015$, $R^2 = 0,995$, $n = 217$ шт.) обнаруживается значимое отличие по коэффициенту b ($F = 4,84$; $p = 0,028$), что отражает замедление темпов весового роста окуня в Широковском водохранилище при достижении длины тела 250 мм (рис. 3).

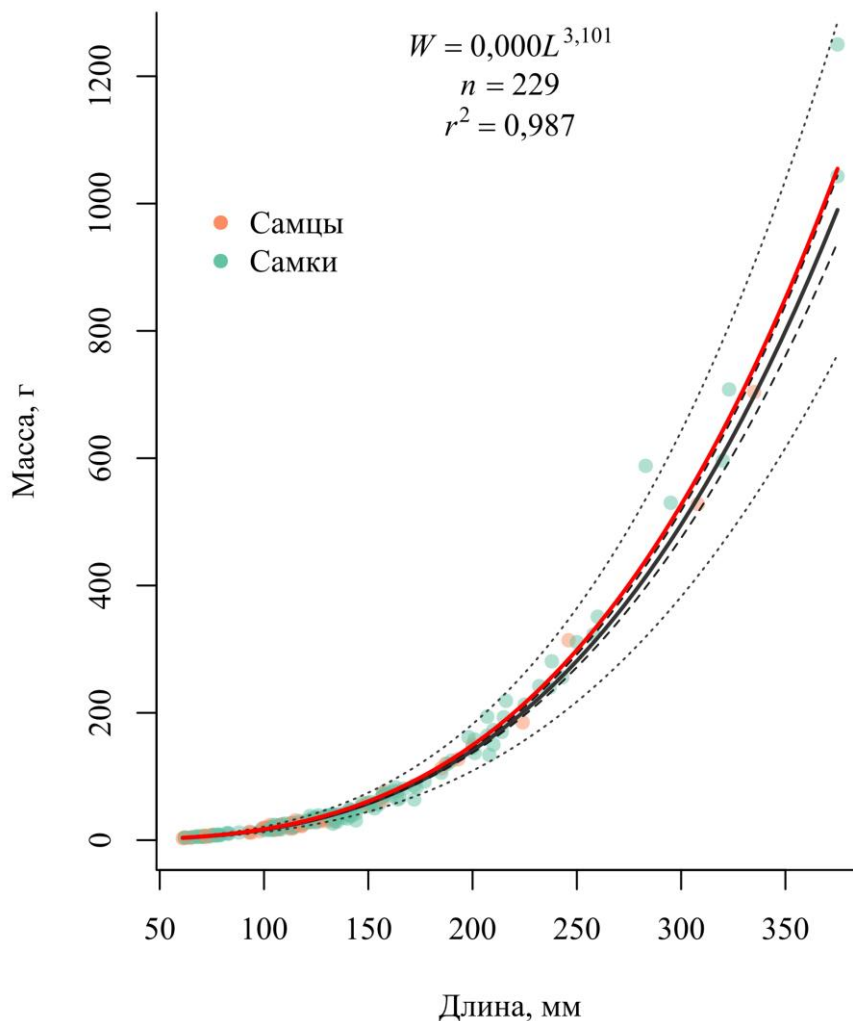


Рис. 3. Модель длина–масса речного окуня *Perca fluviatilis*:

- 1) черная сплошная линия – Широковское водохранилище (длинный пунктир – доверительный интервал модели, короткий пунктир – доверительный интервал данных);
- 2) красная линия – Камское водохранилище (наши данные).

Смертность. Коэффициент общей смертности окуня Широковского водохранилища получен путем аппроксимации кривой относительной численности рыб экспоненциальной функцией

$$N_t = N_0 \times \exp(-z \times t) \text{ (рис. 4).}$$

Полученное уравнение динамики численности рыб, имеет вид:

$$N_t = 86,386 \times \exp(-0,544 \times t).$$

Действительный коэффициент общей смертности (ϕ_z) рассчитанный по формуле:

$$\phi_z = 1 - \exp(-z)$$

составляет 0,45. Значительная убыль численности окуня, особенно в первые четыре года жизни, компенсируется высокой воспроизводительной способностью популяции, отражающейся в ранних сроках полового созревания особей.

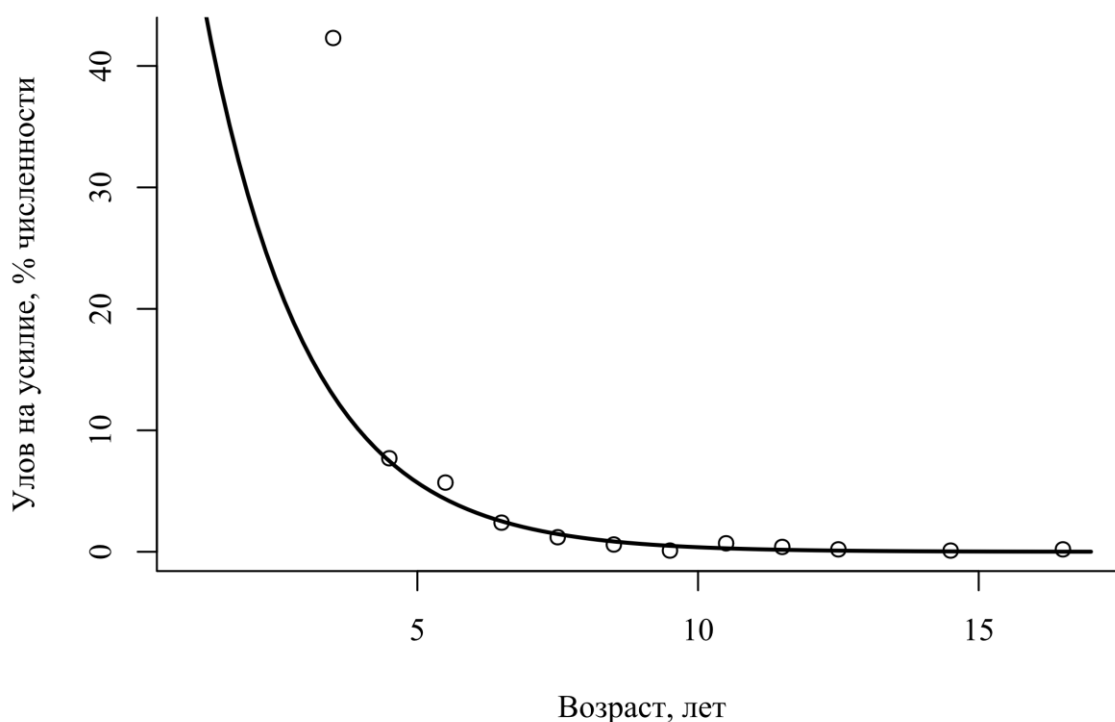


Рис. 4. Кривая относительной численности речного окуня *Perca fluviatilis* Широковского водохранилища.

Заключение. Для окуня Широковского водохранилища характерен замедленный темп роста, что, по нашему мнению, связано с низкой трофностью водоема. Тугорослость наблюдается с первых лет жизни и незначительное увеличение темпов линейного роста наблюдается только на пятом году жизни. Замедленный темп роста окуня и высокий уровень смертности ограничивает его возможное промысловое освоение на водохранилище, в тоже время широкий возрастной ряд в уловах, представленный особями до 16 лет, делает окуня интересным объектом любительского рыболовства на водоеме.

Список литературы

- Казаринов С.Н., Огородов С.П. 2018. Ихтиофауна Широковского водохранилища. Волга и её жизнь. Тезисы докладов всероссийской научной конференции. ИБВВ РАН, 60.
- Правдин И.Ф. 1996. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Изд-во пищ. Пром. 376 с.
- Тележникова Т.А., Сайфуллин Р.Р., Гранин А.В., Шакиров И.Р. 2018. Характеристика популяции речного окуня (*Perca fluviatilis*) центральной части Куйбышевского водохранилища. Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство 1, 76-83.
- Чугунова Н.И. 1959. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М., 164 с.
- r Core Team, R: A language and environment for statistical computing [Электронный ресурс] / r Core Team. – Режим доступа: <https://www.r-project.org/>.

Обоснование выбора видов рыб и растительных компонентов для производства паштетов функционального назначения

Е.С. Беломытцева, И.Н. Игонина

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

e-mail: tc300@vniro.ru

Ключевые слова: пищевая рыбная продукция, функциональный пищевой ингредиент, порошок топинамбура, отруби овсяные, белково-жировая эмульсия, льняное масло, пшеничная мука.

Аннотация: Подобраны функциональные пищевые ингредиенты и определены технологические приемы производства нового ассортимента рыбных продуктов с применением белково-жировой эмульсии, сравнено расчетное содержание физико-химических показателей с потребностью взрослого человека в пищевых веществах согласно формуле сбалансированного питания по А. Покровскому и с требованиями ГОСТ Р 55577-2013 «Продукты пищевые функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности.» Полученные результаты позволяют отнести новый ассортимент рыбных паштетов к функциональным продуктам.

Одной из задач современной науки о здоровом питании сегодня является улучшение качества жизни населения. По оценке экспертов, здоровье нации лишь на 8-12% зависит от системы здравоохранения, в то время как доля влияния на здоровье социально-экономических условий и образа жизни составляет 52-55%, при этом одной из основных составляющих здесь является фактор питания.

Важность решения рассматриваемой проблемы подтверждается разработанной в соответствии с поручением Правительства РФ «Концепцией государственной политики в области здорового питания населения России на период до 2020 года» (Концепция, 2020).

Рациональное питание рассматривают как средство активного лечебно-профилактического воздействия на организм, которое способствует сохранению физического и психического здоровья, снижает риск развития любой патологии и предупреждает преждевременное старение. При правильной организации питания, включающей знания о влиянии пищи на состояние здоровья, удастся значительно снизить общую заболеваемость, повысить сопротивляемость организма к неблагоприятным факторам внешней среды, увеличить продолжительность жизни.

Сохранение здоровья граждан является одной из главных государственных задач Российской Федерации. Проблемы нутриентной коррекции пищевого статуса отражены в Государственной политике РФ в области здорового питания (Распоряжение Правительства РФ, 2017; Стратегия, 2017).

В настоящее время проблема соответствия качественного состава питания состоянию здоровья человека является одной из актуальных. Важное место в ее решении отводится мясной, молочной и рыбной отраслям промышленности, так как именно мясо, молоко, рыба и их компоненты, в силу своей высокой пищевой ценности и функциональных свойств, находят широкое применение в производстве специализированных продуктов питания диетического и лечебно-профилактического профиля (Шендеров Б.А., 2005)

Разработчиками научного направления по созданию сбалансированных продуктов питания в России являются Антипова Л.В., Богатырев А.Н., Григоров Ю.Г., Козловская С.Г., Зайцев А.Н., Касьянов Г.И., Самсонова М.А., Чеботарев Д.Ф., Нечаев А.П., Липатов Н.Н., Серпунина Л.Т., Харенко Е.Н., Подкорытова А.В., Абрамова Л.С., Юдина С.Б., Новикова М.В., Бредихина О.В., Овчарова Г.П., Покровский А.А., Росляков Ю.Ф., Самсонов М.А.,

Скурихин И.М., Спиричев В.Б., Тимошенко К.В., Кочеткова А.А., Кутина О.И., Уголев А.М., Устинова А.В., Харитонов В.Д., Шаззо Р.И., Запорожский А.А.

По мнению ученых, основными принципами создания здоровых продуктов питания являются:

- сбалансированность всех или отдельных компонентов готового продукта;
- содержание биологически активных веществ;
- гигиеническая безопасность продукта;
- высокие потребительские свойства;
- отсутствие у продукта нехарактерных органолептических показателей.

В последние годы к этим принципам добавлены требования по функциональному питанию. Согласно ГОСТ Р 55577-2013 «Продукты пищевые функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности» (ГОСТ 55577-2013, 2013). Функциональный пищевой продукт – это пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, обладающий научно-обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающий дефицит или восполняющий имеющийся в организме человека дефицит пищевых веществ, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе функциональных пищевых ингредиентов. Функциональный пищевой ингредиент: живые микроорганизмы, вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, входящие в состав функционального пищевого продукта в количестве не менее 15% от суточной физиологической потребности, в расчете на одну порцию продукта, обладающие способностью оказывать научно обоснованный и подтвержденный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении содержащего их функционального пищевого продукта.

При создании продуктов здорового питания для получения продуктов с высокой биологической ценностью предпочтительно использовать принцип комбинирования сырья. Целевое комбинирование сырья животного и растительного происхождения позволяет достигнуть сбалансированности по химическому составу и обеспечивает свойственное для продукта количество питательных веществ (Касьянов Г.И., 2001).

Нехватка витаминов в рационе – массовый и постоянно действующий фактор, отрицательно влияющий на здоровье большей части граждан России в течение всей жизни. Поэтому обогащение продуктов натуральными пищевыми ингредиентами растительного происхождения, содержащими витамины в легкоусвояемой форме, не только важно с экономической точки зрения, но и имеет большое значение для решения проблем сбалансированности питания (Доронин А.Ф., 2002).

Известны многие работы зарубежных и отечественных ученых по созданию продуктов здорового питания на основе рыбного сырья с растительными компонентами или добавками. Согласно вступившему в силу в рыбохозяйственной отрасли ТР ЕАЭС 040/2016 (ТР ЕАЭС 040, 2016) пищевая рыбная продукция с растительными компонентами или добавками, кроме консервов, полуконсервов и пресервов, включает: рыбные кулинарные изделия; рыбный кулинарный полуфабрикат.

Использование различных растительных компонентов или наполнителей, позволит изменить в заданном направлении не только консистенцию продукта и его органолептические показатели, но и придаст новым продуктам функциональные свойства. Так, для улучшения вкуса и пищевой ценности в рыбный фарш добавляют мясо беспозвоночных, различные белковые препараты растительного происхождения (соевые концентраты и изоляты), а также молочные белки, свежие, сухие, замороженные овощи, пшеничную муку, различные крупы, пищевые волокна фаршей промышленного производства с ламинарией сушеной, топинамбуром сушеным, грибами shiitake сушеными, введение которых в количестве до 10% суточной нормы потребления и витаминов:

рибофлавина, фолиевой кислоты, ниацина – до 100% суточной нормы потребления, а 5% отрубей пшеничных – содержания пищевых волокон до 2,8 г, что составляет 90% суточной нормы потребления их дает повышение пищевой ценности в отношении содержания микроэлементов магния, фосфора – до 20% суточной нормы потребления, калия – до 10% , что позволяет отнести их к функциональным продуктам (Кутина О.И., 2011).

В настоящее время перспективным становится производство фаршевых изделий из пресноводной рыбы (карпа, толстолобика, карася, окуня, ряпушки, щуки, язя), использование которой связано с тенденцией развития аквакультуры в России (Кутина О.И., 2017). Фарш из пищевой рыбной продукции является идеальной основой для создания сбалансированных продуктов с растительными компонентами или добавками. В последние годы был разработан и принят в отрасли ГОСТ Р 55505-2013 «Фарш рыбный пищевой мороженый. Технические условия» (ГОСТ Р 55505-2013, 2013).

Производство рыбного фарша открывает новые возможности в области рационального использования морского сырья в связи с увеличивающейся долей в морских уловах малоценных в пищевом и технологическом отношении рыб.

Поскольку фарш имеет высокую степень готовности для переработки, отпадает необходимость в первичной обработке рыбы, отсутствуют отходы, выход съедобной части рыбы в этом случае достигает 40–60%. Фарш легко комбинируется с различными компонентами. Производство рыбного фарша можно считать наиболее рациональным и современным способом переработки рыбного сырья.

По результатам исследований отечественных ученых (Абрамова Л.С., 2003) для получения фарша с достаточно высокой структурообразующей способностью могут быть использованы треска, минтай, щука, судак, зубатка, хек, сом, карп, сазан, горбуша с показателем $K_{б/в} > 0,1$.

Из разнообразия видов рыбопродуктов наиболее приемлемым для создания сбалансированных продуктов из рыбного сырья с растительными компонентами и добавками является паштет по следующим причинам:

- дефицит продукции с заданными свойствами на основе рыбного фарша ассортимента группы «Паштеты»;
- легкость введения растительных компонентов в систему «фарш - компонент»;
- возможность производить в оптимально удобной для потребителя упаковке.

Из литературы известно, что именно мясо рыб занимает существенное место в обеспечении населения эссенциальными биологически активными веществами, имеющими уникальную химическую природу. Дополнив рыбное сырье растительными ингредиентами можно получить огромное разнообразие продуктов специализированного и функционального назначения, основываясь на принятых требованиях к ним (Харенко Е.Н., 2019).

Нами проанализированы литературные данные по химическим, структурно-механическим и органолептическим свойствам некоторых, широко применяемых в производстве пищевой рыбной продукции, растительных компонентов: моркови, перца болгарского, баклажанов, томатов, кабачков, лука репчатого, муки пшеничной, отрубей пшеничных или овсяных, топинамбура сушёного, ламинарии сушёной, порошка шпината, хлопьев рисовых (овсяных, пшеничных, гречневых). Все представленные растительные компоненты имеют достаточно высокую пищевую ценность, а порошок топинамбура, порошок шпината, отруби овсяные рекомендованы отечественными учеными для создания сбалансированных продуктов.

Биологические особенности топинамбура характеризуют это растение как перспективное сырье для создания разнообразных диетических продуктов питания – лечебного и профилактического назначения. Высокое содержание в клубнях витаминов, аминокислот, и биофильных микроэлементов позволяет использовать его в медицине, о чем свидетельствуют публикации в медицинской литературе.

По содержанию сухого вещества в целом и, в частности, по содержанию углеводов, клубни топинамбура значительно превосходят все прочие виды овощей.

Целесообразность введения в пищевой рацион топинамбура объясняется высокоценным его составом. Кроме углеводов, корнеплод содержит также незаменимые аминокислоты (лизин, треонин, валин, лейцин) и, что очень важно, триптофан.

Топинамбур богат витаминами (особенно группы В), минеральными веществами, в частности, такими, как калий, железо, фосфор, особенно богат кремнием (до 8%), что делает его особенно полезным для лиц пожилого возраста.

Также проведен анализ литературных данных по порошку шпината и отрубям овсяным. Для обеспечения сбалансированности жирнокислотного состава предлагается в рецептуру вводить льняное масло, как источник омега-3 кислот.

Заключение Проведенный анализ литературных данных показал, перспективность разработки рецептур паштетов из рыбного сырья с растительными компонентами функционального назначения на основе рыбного фарша с показателем $K_{б/в} > 0,1$ с добавлением порошка топинамбура, отрубей, овсяных белково-жировой эмульсии на основе льняного масла.

Список литературы

Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года. Указ Президента РФ от 13 мая 2017 г. № 208 «О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года». Доступно через: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_220416. 22.06.2018.

Распоряжение правительства РФ от 19 апреля 2017 г. № 738-р по реализации Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года Доступно через: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_220416 22.06.2018.

Шендеров Б.А. 2003. Современное состояние и перспективы развития концепции функционального питания в России // Политика здорового питания в России: материалы VII Всероссийского конгресса. М., 574–575

ГОСТ Р 55577-2013 Продукты пищевые специализированные и функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности. М.: Стандартинформ. 24 с.

Касьянов Г.И., Запорожский А.А., Юдина С.Б. 2001. Технология продуктов питания для людей пожилого и преклонного возраста. Ростов на Дону: Изд-ний центр «Март», 2001. – 187 с.

Доронин А.Ф., Шендеров Б.А. 2002. Функциональное питание. М.: Грант. 296 с.

ТР ЕАЭС 040/2016 Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции», утвержденный Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 18.10.2016 № 162

ГОСТ Р 55505-2013. Фарш рыбный пищевой мороженный. Технические условия. М.: Стандартинформ. 12 с.

Кутина О.И., Шленская Т.В., Сьянов Д.А., Дряхлов А.О. 2011. Решение о выдаче патента на изобретение «Способ приготовления рыбного фарша для производства кулинарных изделий». Заявка №2011118588/13(027466) от 11.05.2011 г.

Кутина О.И., Могильный М.П., Шленская Т.В., Мираков И.Р., Славянский А.А., Шарова Т.Н. 2017. Функциональный продукт на основе рыбного фарша. Пат. РФ № 2634117. Бюл. №30.

Абрамова Л.С. 2003. Обоснование технологии поликомпонентных продуктов питания с задаваемой структурой и комплексом показателей пищевой адекватности на основе рыбного сырья: дис. ... д-ра техн. Наук. [Текст] Л.С. Абрамова // Калининград: ФГУП ВНИРО, 2003.– 544 с.

Корельский В.Ф., Новикова М.В., Борк Д.А. 2005. Вопросы рыболовства 6 (3(23)), 599–606.

Абрамова Л.С., Михлай С.А., Коноваленко Е.С. 2007. Продукты питания на основе рыбы и нерыбных объектов промысла. М: Рыбная промышленность 4, 101–105.

Тихомирова Е.К., Бредихина О.В., Абрамова Л.С. 2010. Современное производство кулинарных изделий из рыбного сырья Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии. – М.: Рыбпром, 2010

ГОСТ 7457-2007 Консервы-паштеты из рыбы. Технические условия. – М.: Стандартиформ. – 10 с.

Харенко Е.Н., Яричевская Н.Н., Юдина С.Б. 2019. Технология функциональных продуктов для геродиетического питания: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 204 с.

Потенциальный ареал рыбец (*Vimba vimba vimba* (Cyprinidae)) в Волжско-Каспийском рыбохозяйственном бассейне

И.А. Белянин, В.П. Ермолин

Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СаратовНИРО»), г. Саратов
e-mail: Ilea.Belyanin@gmail.com

Ключевые слова: рыбец (сырть), Волжский бассейн, опытное вселение, приживание, распространение, потенциальный ареал.

Аннотация. Рассматриваются перспективы распространения рыбец в водоемах Волжского бассейна. Опытное вселение его в Волгоградское водохранилище показало приемлемость условий обитания и приспособление рыбец на всех стадиях его развития к абиотическим и биотическим условиям Волжского бассейна. В результате показана возможность его приживания, формирование самовоспроизводящейся популяции и широкого расселения в водоемах бассейна, в частности в водохранилищах Волги и Камы, в Волго-Ахтубинской пойме, в дельте Волги и в Северном Каспии как саморасселением, так и в результате целенаправленной интродукции.

Понятие потенциальный ареал вида предложен Г.Н. Шлыковым (и представляет, по отношению к водным организмам, те части рассматриваемых для вселения вида акваторий, в которых по сумме внешних и экологических факторов среды, возможно существования данной жизненной формы, за пределами её естественного ареала (Зенкевич, 1940). Л.А. Зенкевичем (1940) были выделены два типа акклиматизации: акклиматизация внедрения и акклиматизация замещения. Первая форма акклиматизации происходит при существовании в водоёме свободной экологической ниши, занимаемой акклиматизантом, в результате чего он практически не конкурирует с местными видами. При акклиматизации замещения вселенцы вторгаются в экологические ниши местных видов и вступают с аборигенными формами в конкурентные отношения за те или иные факторы среды.

В дальнейшем, представления о типах акклиматизации были дополнены А.Ф. Карпевич (1963, 1975), выделившей также акклиматизацию отторжения, акклиматизацию пополнения и акклиматизацию конструирования. В первом случае акклиматизант вступает в конкурентные отношения с местными видами, но уступает им в этой борьбе, либо гибнет, или оказывается очень малочисленным. При акклиматизации пополнения вселенцы пополняют состав обеднённого населения водоёмов. При акклиматизации конструирования переселенцев подбирают для построения пищевых цепей, сообществ или фаун водоёмов с учетом возможно большего числа факторов внешней среды и их соответствия требованиям вселенца (Рыбец, 1975; Козлов, 1998).

Изменение одного или нескольких факторов внешней среды приводит к очень серьезным изменениям в требованиях животных к другим элементам условий существования. В определенном комплексе условий среды отношение животных к отдельным его элементам специфично. Эта специфичность почти не может быть предвидена априори и далеко не всегда определяется в лабораторных условиях. Поэтому массовому выпуску животных должен предшествовать экспериментальный выпуск, рассматривающийся как часть общего акклиматизационного мероприятия, но проводящийся как научный эксперимент (Шварц, 1963).

В качестве примера такого подхода можно привести вселение рыбец (сырти) *Vimba vimba vimba* (Linnaeus, 1758) в 1988-1990 гг. в Волгоградское водохранилище, представляющего часть огромного по водной площади Волжско-Каспийского бассейна. В данном случае вселение рыбец в Волгоградское водохранилище следует рассматривать как

экспериментальный выпуск (научный эксперимент), как часть общего акклиматизационного мероприятия – вселения рыба в Волжско-Каспийский бассейн.

В связи с этим, задача данной работы: проанализировать результаты вселения в плане эколого-физиологической адаптации, приживания, размножения, питания, взаимоотношения с аборигенными видами и средой, формирование продуктивной, в рыбохозяйственном плане, популяции.

Касаясь эколого-физиологической адаптации, следует отметить, что за 31 год обитания в водоеме сменилось 7 поколений рыба (средний возраст нерестовой популяции 4,5 года). Сроки обитания и количество сменившихся поколений достаточны для намеченного анализа.

Наблюдения показали сохранение у рыба морфологических признаков, характерных для данного вида, устойчивый уровень активности физиологических систем, органов и тканей, а также функционирование адекватных ответов на факторы среды, обеспечивающих возможность длительной активной жизнедеятельности организма рыбы (сохранение нормы реакции) в измененных условиях существования (общеприродных, и антропогенных), а также способность к воспроизведению потомства (Шашуловский, Ермолин, 2006; Ермолин, 2007; Ермолин, Белянин, 2008, 2009; Белянин 2009; Шашуловский, Ермолин, Белянин, 2010; Белянин, 2017).

Реализация физиологических, пластических и коммуникационных признаков происходит в пределах нормы приспособительных реакций. Тому подтверждение размножение, питание, рост и взаимоотношения с другими видами рыб.

Физиология и экология размножения рыба в условиях Волгоградского водохранилища происходит в закономерностях, присущих для данного вида. Исследование показали, что наступление половой зрелости происходит в 3-5 лет. После наступления зрелого состояния нерестовый цикл ежегодный. Созревание половых продуктов начинается примерно через месяц после вымета последней (третьей) порции икры. Происходит это в период нагула в средней и нижней зонах водохранилища (Белянин, 2017).

В июле-августе рыба концентрируется в основном на участке Иловатка-Учхозовские острова. В сентябре, при созревании половых продуктов первой порции до стадии 3, отмечается движение вверх по продольной оси водохранилища, которое усиливается в октябре-ноябре. В ноябре-декабре рыба достигает г. Саратова и движется дальше. В апреле-мае рыба завершает миграцию в районе населенных пунктов Усовка-Березняки-Маркс-плотина Саратовской ГЭС, где и нерестится. Протяженность миграционного пути составляет 250-300 км (Ермолин, Чапова, 2007; Белянин, 2017 и др.)

Плодовитость (по количеству икры в гонадах) – 55,1 тыс. икринок. В гонадах четко различается три размерных фракции икры: крупная – соответствующая первой порции нереста, средняя – вторая порция и мелкая – третья порция нереста. Наибольшее количество икры приходится на первую порцию – 66,6%, значительно меньше на вторую – 27,2%. Доля третьей порции на порядок меньше по сравнению с первой – 6,2%. Сравнение полученных данных с аналогичными из других водоемов (Рыбец..., 1976) показывает, что средние значения плодовитости рыба Волгоградского водохранилища в зависимости от веса относительно высокие, по возрастным группам – укладываются в пределы колебаний, присущих для вида в пределах ареала (Рыбец, 1976; Белянин, 2009, 2017 и др.).

Нерестилища рыба в Волгоградском водохранилище расположены на каменистых осыпях правого берега на участке Вольск-Березняки, в р. Терешка и в р. Большой Иргиз. Кроме того, наблюдается нерест рыба в нижней зоне водохранилища, в частности в Песковатском заливе, расположенном примерно в 40 км от плотины Волгоградского гидроузла, но уровень воспроизводства в Песковатской воложке низкий. Основным поставщиком молоди рыба является верхняя зона водохранилища.

Спектр питания рыба в Волгоградском водохранилище включает моллюсков, ракообразных, олигохет, личинок хирономид и др. Пищей сеголетков является зоопланктон, двухлеток – организмы мягкого бентоса, преимущественно олигохеты и гаммариды (более 80%). С третьего года жизни рыба начинает потреблять моллюсков, доля которых с

возрастом рыб увеличивается, при уменьшении роли мягкого бентоса. У старших возрастных групп рыб моллюски составляют более 80%, в то время как мягкий бентос – менее 20% (Ермолин, Белянин, 2006; Белянин, 2017).

Касаясь интенсивности питания, следует отметить относительно равномерные индексы наполнения кишечника (далее ИНК), при среднем для популяции значении $80^{0/000}$. Согласно литературным данным (Биология и промысловое..., 1970), ИНК у рыба в заливе Куршю-Марес составляет $87^{0/000}$, Пярнуской бухте - 50, Днестровском лимане – 54, Таганрогском заливе и Азовском море – $44^{0/000}$. На основании приведенных материалов, следует признать условия откорма и обеспеченность пищей рыба Волгоградского водохранилища достаточно хорошими (Ермолин Белянин 2010; Белянин, 2017).

Рост рыб является важнейшим из показателей успеха жизненной стратегии вида. Рост является ответом на условия существования и обуславливается влиянием различных факторов. К важнейшим абиотическим факторам относятся температурный режим, освещенность, солевой состав воды и др. Из биотических факторов первостепенное значение имеет обеспеченность пищей, ее сбалансированность, наличие ингибиторов или стимуляторов роста и ряд других.

По отношению к рыбу, рост – это показатель успеха приживания и реализации его жизненной стратегии в новом водоеме обитания. Анализ темпов роста рыба в Волгоградском водохранилище, что на первом году жизни рыбец растет медленно. В дальнейшем наблюдается ускорение роста рыб. На втором году рост средний, с третьего – быстрый.

При рассмотрении взаимоотношения с другими видами рыб следует обратить внимание на экологическое положение рыба в водохранилище и перспективы расширения его ареала в бассейне р. Волги. Процесс акклиматизации обычно проходит в три фазы (интродукцию, адаптацию к новым условиям – формирование новой экологической ниши или вживание в экологическую нишу местных видов, натурализацию).

Ниша – это многомерный объем в экологическом пространстве, ограниченный свойствами вида или популяции и факторами, лимитирующими существование вида, по часто используемому образному выражению, его «экологическая профессия». Число измерений ниши бесконечно, но в первом приближении их можно свести к трем обобщениям: 1. ресурсы (пища, кислород, необходимый субстрат и т.д.); 2. нересурсные лимитирующие факторы (температура, влажность, хищники, паразиты и т.д.); 3. организация носителя ниши (способы питания, передвижения, защиты от врагов; органы чувств, пищеварение и т.д.) (Арманд, Люри, Жерихин и др., 1999).

Другие авторы описывают экологическую нишу как положение вида (видов) в системе факторов и ресурсов среды. Не являясь характеристикой ни собственно вида, ни собственно среды его обитания, она отражает их взаимодействие (Азовский, 1989; Шашуловский, 2006; Шашуловский, Мосияш, 2010; Шашуловский, Мосияш, Ермолин, 2017; Белянин, 2017 и др.).

Из всей многомерности взаимоотношений вида со средой для рыба в Волгоградском водохранилище были выделены три основных компонента: 1) предпочтительное местообитание в водоеме, 2) отношение к определенному нерестовому субстрату и 3) характер питания, складывающиеся в некую элементарную нишу, которая определяется как «условная экологическая ниша» (далее УЭН) (Шашуловский, 2006; Шашуловский, Мосияш, 2010) и по смысловому содержанию сходна с «частной нишей» (Никольский, 1974).

В свете этих представлений, условная экологическая ниша рыба может быть охарактеризована как «лимнофил-литофил-бентофаг». Ранее в рыбном сообществе Волгоградского водохранилища отсутствовали виды с такой характеристикой, что указывает на высокую экологическую специализацию рыба и формирование относительно узкой УЭН. Начало ее связано с вселением рыба в 1988-1990 гг. С 2000-х гг. средняя скорость нарастания численности в первые пять лет наблюдений (2003-2007 гг.) составляла около 40% в год, при постоянном пространственном расширении зоны обитания с формированием УЭН на обширной акватории водоема (Белянин, 2017).

С точки зрения типа акклиматизации, произошла акклиматизация внедрения. Пополнение популяции идет только за счет естественного нереста, есть все возрастные классы; при взаимодействии вида со средой по трем основным компонентам (векторам): 1) предпочтительное местообитание в водоеме, 2) отношение к определенному нерестовому субстрату, 3) характер питания. Сформировалась (ранее не отмеченная) элементарная экологическая ниша – лимнофилы-литофилы-бентофаги, что указывает на наличие свободного пространства, необходимых условий размножения и доступной пищи для рыба в водоемах Волжско-Каспийского бассейна (Ермолин, Белянин, 2008; Белянин, 2017).

Промышленное освоение рыба в Волгоградском водохранилище начато в 2009 г. В первый год было выловлено 0,6 т. Улов постепенно увеличивался и в 2017 г. промышленный вылов достиг 27,6 т, что свидетельствует о нарастании численности рыба. По результатам промышленного лова, за прошедшие 8 лет, численность и масса промыслового стада увеличилась в 46 раз. В 2018 году промысловое стадо насчитывало 980 тыс. экз. массой 230 т, а возможное изъятие в 2020 г., без ущерба для воспроизводительной способности популяции, рекомендовано в объеме 70 т (фонды Саратовского филиала ФГБНУ «ВНИРО» «Саратов НИРО»).

Опытное вселение рыба в Волгоградское водохранилище показало возможность успешной акклиматизации внедрения его в водоемах Волжско-Каспийского бассейна с формированием промыслового стада. То есть, Волжско-Каспийский бассейн следует рассматривать как потенциальный ареал расселения рыба.

Этот вывод подтверждается начавшимся расширением ареала рыба в южном направлении в результате ската молоди через плотину Волжской ГЭС и расселение его в Волге ниже плотины и в Волго-Ахтубинской пойме. Так, в последние годы он отмечается под плотиной Волжской ГЭС, где образует устойчивые скопления в холодный период года, куда поднимается на нерест из нижерасположенных районов нагула. По данным Волгоградского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (ВолгоградНИРО») доля рыба в уловах рыбы мелкочейными и среднечейными ставными сетями весной 2015 г. в нижнем бьефе плотины Волжской ГЭС достигала до 20% от массы улова..

Северное направление распространения менее выражено. Имеются единичные сведения вылова рыба рыбаками-любителями в Саратовском водохранилище, но в промысловой статистике он не отмечен. Это направление расселения рыба может быть более эффективным при участии человека – путем выпуска молоди и взрослых рыб в водохранилища Волги и Камы

Опытное вселение рыба (сырти) в Волгоградское водохранилище показало, перспективность данного биологического ресурса, с помощью которого реализуется вовлечение в рыбохозяйственный оборот кормовых резервов, в частности массового вида корма рыба – моллюсков рода Дрейссена, многочисленных во всех водохранилищах Волжско-Каспийского бассейна.

Необходимо отметить, что успешное вселение рыба в Волгоградское водохранилище практически оказалось вселением его в обширный Волго-Каспийский бассейн. Учитывая огромный возможный ареал расселения рыба, становится очевидной и актуальность проблемы – необходимость продолжения исследований в плане более углубленного изучения адаптивных механизмов вселенца в трансформированных экосистемах.

Список литературы

Азовский А.И. 1989. Нишевая структура сообщества морских псаммофильных инфузорий. 1. Расположение ниш в пространстве ресурсов. Журн. общ. биологии 50(3), 329-341.

Арманд А.Д., Люри Д.И., Жерихин В.В., Раутин А.С. 1999. Анатомия кризисов М.: Наука, 238 с.

Белянин И.А. 2009. Современное состояние популяции рыба (*Vimba vimba vimba* (L.)) Волгоградского водохранилища / X Съезд Гидробиологического общества при РАН.

Тезисы докладов (г. Владивосток, 28 сентября – 2 октября 2009 г.). Владивосток: Дальнаука, 40.

Белянин И.А. 2017. Демэкология рыбаца *Vimba vimba vimba* (Cyprinidae) – вселенца в Волгоградское водохранилище. Автореф. дис.... канд. биол. наук. Саратов, 23 с.

Биология и промысловое значение рыбцов (*Vimba*) Европы. 1970. Вильнюс, «Минтис», 516 с.

Ермолин В.П. 2007. Рыбец (*Vimba vimba vimba* (Cyprinidae), потенциальный адаптивный компонент в Волго-Каспийском бассейне. Биоразнообразие и роль животных в экосистемах: Материалы IV Международной научной конференции 10-12 октября 2007. Днепрпетровск (Украина). Изд. ДНУ, 142-144.

Ермолин В.П., Белянин И.А. 2006. О питании рыбаца *Vimba vimba* (Cyprinidae), вселенного в Волгоградское водохранилище. Поволжский экологический журнал 2-3, 180-182.

Ермолин В.П., Белянин И.А. 2009. Первые результаты и перспективы вселения рыбаца в Волгоградское водохранилище. Рыбное хозяйство 1, 74-77.

Ермолин В.П., Белянин И.А. 2010. Рационы рыбаца Волгоградского водохранилища. Вклад молодых ученых в рыбохозяйственную науку России. Тезисы докладов Всероссийской молодежной конференции (Санкт-Петербург, 12-14 октября 2010 г.), С.-П., ФГБНУ «ГосНИОРХ», 20-22.

Ермолин В.П., Белянин И.А. 2008. Экология рыбаца Волгоградского водохранилища / Аграрная наука в XXI веке: Проблемы и перспективы: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции // Под ред. А.В. Голубева. – Саратов: Научная книга, 43-47.

Ермолин В.П., Чапова Л.В. 2007. Миграционный цикл рыбаца. Международный симпозиум 16-18 апреля 2007, г. изд-во АГТУ. Астрахань, 178-180.

Зенкевич Л.А. 1940 Об акклиматизации в Каспийском море новых кормовых (для рыб) беспозвоночных и теоретические к ней предпосылки. Бюллетень МОИП, 1940. XLIX(1), 19-30.

Карпевич А.Ф. 1963. Теоретические основы и результаты акклиматизации рыб и беспозвоночных. Акклиматизация Животных в СССР. Материалы конференции по акклиматизации животных в СССР (10-15 мая 1963 г., г Фрунзе. Изд-во АН Казахской ССР. Алма-Ата, 16-19.

Карпевич А.Ф. 1975. Теория и практика акклиматизации водных организмов. М.: Пищевая промышленность, 432 с.

Козлов В.И. Справочник фермера-рыбовода 1998. М.: Изд-во ВНИРО, 342 с.

Никольский Г.В. Экология рыб. М.: «Высшая школа». 1974. 367 с.

Рыбец (Комплексные исследования в нескольких точках ареала). 1976. Изд-во. «Мокслас». Вильнюс, 236 с.

Шашуловский В.А. 2006. Динамика биологических ресурсов Волгоградского водохранилища // Автореф. дис.... док. биол. наук. Саратов, 50 с.

Шашуловский В.А., Ермолин В.П. 2006. Об отдаленных результатах интродукции рыбаца в Волгоградском водохранилище. Вопросы ихтиологии 46(4), 569-571.

Шашуловский В.А., Ермолин В.П., Белянин И.А. 2010. Результаты натурализации рыбаца (*Vimba vimba vimba*) в Волгоградском водохранилище. Современные проблемы гидроэкологии. Тезисы докладов 4-й Международной научной конференции, посвященной памяти профессора Г.Г. Винберга 11-15 октября 2010 г. Россия. Санкт-Петербург. Зоол.ин-т, 206.

Шашуловский В.А., Мосияш С.С. 2010. Формирование биологических ресурсов Волгоградского водохранилища в ходе сукцессии его экосистемы. М.: Товарищество научных изданий КМК, 250 с.

Шашуловский В.А., Мосияш С.С., Ермолин В.П. 2017. Современное понимание экологической ниши и её выражение. Вузовская наука – региону: материалы XV Всероссийской научной конференции с международным участием. Мин-во обр. и науки РФ, Вологод. гос. унт-т; Правительство Вологод. обл. Вологда: ВоГУ, 406-409.

Шварц С.С. 1963. Эколого-физиологические основы процесса акклиматизации. Акклиматизация Животных в СССР. Материалы конференции по акклиматизации животных в СССР (10-15 мая 1963 года, г. Фрунзе). Изд-во АН Казахской ССР. Алма-Ата, 33-34.

Шлыков Г.Н. 1936. Интродукция растений. М.-Л. Сельхозгиз, 502 с.

Влияние климатических факторов на любительский лов со льда

И.А. Белянин, В.П. Ермолин, В.Б. Руденко-Травин

Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СаратовНИРО»), г. Саратов
e-mail: gosniorh@mail.ru, Ilya.Belyanin@gmail.com

Ключевые слова: любительское рыболовство, лов со льда, продолжительность лова, улов на усилие, погодные условия.

Аннотация: Рассматриваются влияние неблагоприятных погодных условий, температуры воздуха ветра и осадков на зимний любительский лов. Показано, что обилие осадков, низкие температуры воздуха и сильные ветра снижают площадь (акваторию) облова, количество выходов на водоем, улов на усилие, величину общего вылова и изменяют состав улова по доминантным видам.

Любительское рыболовство – массовое (масштабное) явление, параметры которого подчиняются закону больших чисел, как в социальных, так и биологических аспектах. В результате имеет место значительная инертность и относительная стабильность характеристик любительского рыболовства, что подтверждается многочисленными наблюдениями (Никаноров, 1981; Мосияш, 1995, 2012, 2014 и др.). Однако, в череде наблюдений за любительским рыболовством выпадают годы с экстремальными погодными условиями, которые накладывают отпечаток на этот вид лова. Такой оказалась зима (январь-март) 2019 года, характеризующаяся частыми ветрами и обильными снегопадами, затрудняющими ведение любительского лова со льда.

Задача данной работы: провести сравнительное исследование количества выходов на лов со льда (подледный лов), величины общего вылова и состава уловов в январе-марте 2016-2018 гг, и 2019 г., характеризующими различием по силе ветратемпературе воздуха и обилию осадков.

В работе использованы материалы наблюдений за любительским ловом в зимний период 2016-2019 гг. на Волгоградском водохранилище в административных границах Саратовской области. При характеристике любительского лова за зимний период 2016-2018 гг. были использованы фондовые материалы Саратовского филиала ФГБНУ «ВНИРО». В 2019 г. материалы получены при выполнении Государственной работы «Проведение прикладных исследований» (раздел 3 государственного задания ФГБНУ «ВНИРО» №076-00005-19-00), тема 44, этап 1.

В плане организации наблюдений Волгоградское водохранилище в границах Саратовской области (от г. Балаково до границы с Волгоградской областью было разбито на участки, в соответствии с проводимыми ранее наблюдениями. Всего было проанализировано 46 уловов, опросные сведения получены со слов 56 рыболовов-любителей. Сбор и обработка материала проводилось согласно методических указаний по изучению влияния любительского рыболовства на состояния рыбных запасов внутренних водоемов (Методические указания, 1979).

Зимы 2016-2018 годов характеризовались средними показателями по температуре, величине зимних осадков (выпавшего снега), наличия и силе ветра (Материалы ФГБУ «Приволжское УГМС»). В этих условиях, весьма устойчивым было количество выходов на зимний лов: в среднем 98 тыс. (при колебаниях по годам от 90 до 105 тыс. выходов), при средней продолжительности зимней рыбалки за выход 4,5 часа (колебания средних показателей от 4,2 до 4,8 часа) и среднем улове на усилие 0,2 кг/час лова (колебания 0,18-0,22 кг/час лова). В составе уловов отмечено 12–14 видов. Доминантными из которых являются 5 видов: окунь, плотва густера, судак и лещ, в совокупной доле 87% (с колебаниями по отдельным годам 81-95%).

Отмеченные особенности подтверждают мнение ряда авторов о инертности и стабильности любительского лова, параметры которого подчиняются закону больших чисел. Для наших целей, отмеченная особенность позволяет оперировать со средними величинами характеризующими любительский лов за январь-март 2016-2018 гг. (табл. 1 и 2). Такой подход позволяет наглядно показать негативное влияние неблагоприятных погодных условий, наблюдаемых в январе-марте 2019 г. на зимний любительский лов.

Таблица 1. Характеристика любительского лова в зимний период на Волгоградском водохранилище в административных границах Саратовской области

Наименование	Годы наблюдений	
	2016-2018	2019
Количество выходов на водоем, тыс. выходов	98	78,6
Средний улов на усилие, кг/час лова	0,2	0,143
Средняя продолжительность рыбалки, часов	4,5	5,6

Таблица 2. Вылов и состав зимних уловов водных биоресурсов, добытых рыболовами-любителями в Волгоградском водохранилище в границах Саратовской области в 2016-2018 и в 2019 гг., тонн

Виды водных биоресурсов	2016-2018 гг.		2019 г.	
	Вылов, т	Состав, %	Вылов, т	Состав, %
Лещ	7,2	8,1	22,9	36,3
Судак	10,3	11,6	4,3	6,8
Шука	1,0	1,1	6,7	10,6
Плотва	18,6	20,9	10,0	15,9
Густера	12,3	13,3	4,6	7,3
Красноперка	3,2	3,6	1,1	1,7
Окунь пресноводный	29,0	32,7	10,6	16,8
Берш	3,9	4,4	1,4	2,2
Налим	1,9	2,1	0,6	1,0
Прочие	1,4	1,6	0,5	0,9
Всего	88,8	100	63,0	100

По материалам ФГБУ «Приволжское УГМС», погодные условия зимой 2019 г., в отличие от предыдущих трех зим, были неблагоприятными для осуществления любительского рыболовства по причине частых и сильных ветров, обилия снежных осадков. Так, характер атмосферной циркуляции в январе 2019 г. на Европейской территории Российской Федерации способствовал быстрой смене воздушных масс и выходу на Саратовский регион, в период 4, 5, 12, 16, 21, 24, 28 января, активных южных циклонов с сильными ветрами, несущих обильные осадки. Среднеобластной показатель месячной суммы осадков составил 59 мм (169% средней многолетней величины). К концу января высота снежного покрова в большинстве районов Саратовской области достигала 33–42 см, в Красном Куте – 50 см (для сравнения укажем, что в предыдущие три года высота снежного покрова в конце января не превышала 20 см). В первой и третьей декадах января на территории области наблюдалась аномально-холодная погода, при которой средне-суточная температура воздуха была ниже климатических значений на 7–14 °С. Минимальные температуры воздуха в наиболее холодные ночи понижались до -23 – -32 °С.

Еще более снежным был март 2019 г. Погода в марте 2019 года формировалась под влиянием активной циклонической деятельности на Европейской территории России. В Саратовском регионе отмечалась частая смена воздушных масс при сильном ветровом перемешивании, выпадали осадки в смешанной фазе (в виде мокрого снега и дождя).

Среднемесячное количество осадков в марте составило 200% от климатической нормы (Материалы ФГБУ «Приволжское УГМС»).

Обилие осадков затруднило доступ рыболовов-любителей на отдаленные акватории Волгоградского водохранилища. Лов велся в основном вблизи населенных пунктов. Дальние участки для любительского лова оказались недоступными, что существенно сократило площадь облова, негативно повлияло на количество выходов на подледный лов. Согласно проведенного исследования на акватории Волгоградского водохранилища в границах Саратовской области в первом квартале 2019 г. рыболовы-любители совершили 78,6 тыс. выходов на подледный лов (на 20% менее предыдущих лет). Снизился и улов на усилие – 0,143 кг/час лова, против 0,2 кг/час лова в предыдущие годы. В то же время, продолжительность зимней рыбалки несколько увеличилась составила в среднем 5,6 часа. Последнее объясняется, с одной стороны - желанием выловить (добыть) больше рыбы; с другой – сокращение пути до мест лова сопровождалось увеличением продолжительности лова.

Всего любители в первом квартале 2019 г. добыли из Волгоградского водохранилища в границах Саратовской области 63 т рыбы, против 88,8 т в 2016-2018 гг. (см. табл. 2). Убыль улова от неблагоприятных погодных условий составила 29%.

Отмечены изменения и в составе улова. Наибольшее значение в составе улова в 2016-2018 гг. имел окунь пресноводный (см. табл. 2). Затем в порядке убывания следовали плотва, густера, судак и лещ. В совокупности перечисленные виды составляли основу улова (87%).

В 2019 г. основу улова (94%) составляли перечисленные ранее виды и щука, но в ином соотношении. Наибольшее значение имел лещ, далее в порядке убывания следовали речной окунь, плотва, щука, густера и судак.

Таким образом, сравнительное исследование показало относительную устойчивость (стабильность) любительского рыболовства. Оно весьма чувствительно к неблагоприятным погодным условиям. Так, сильные ветра и обильные снегопады снижают площадь (акваторию) облова, количество выходов на водоем, улов на усилие, величину общего вылова и изменяют состав улова по доминантным видам. Это обстоятельство необходимо учитывать при планировании исследований по изучению любительского рыболовства.

Список литературы

Материалы ФГБУ «Приволжское УГМС» URL: http://www.pogoda-sv.ru/monitoring/weather_forecast/ (дата обращения: 5.10.2019 г.).

Методические указания по изучению влияния любительского рыболовства на состояния рыбных запасов внутренних водоемов. 1979. Изд-во «ГосНИОРХ». Л.: 19 с.

Мосияш С.С. 1995. Опыт моделирования параметров любительского рыболовства. Сб. науч. тр. ГосНИОРХ 315, 129-138.

Мосияш С.С. 2012. Пути любительского рыболовства: от древности до наших дней. Изд-во ФГБНУ ГосНИОРХ. 145 с.

Мосияш С.С. 2014. Еще раз о рыбаке и рыбке (очерк о любительском рыболовстве). Изд-во ФГБНУ ГосНИОРХ. 227 с.

Никаноров Ю.И. 1981. Разработать нормативы для любительского рыболовства применительно к условиям водохранилищ Волжского каскада. Отчет, деп. № 79010567. Л.: Фонды Санкт-Петербургского филиала «ВНИРО». 115 с.

Экологические особенности двустворчатых моллюсков различного географического происхождения в Баренцевом море

Д.Ю. Блинова^{1,2}, И.Е. Манушин¹

¹Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича), г. Мурманск

²Мурманский Государственный Технический Университет, г. Мурманск

e-mail: lazareva@pinro.ru.

Ключевые слова: Баренцево море, биогеография, двустворчатые моллюски, происхождение видов.

Аннотация. В работе рассматривается распределение и условия обитания двустворчатых моллюсков различного происхождения в Баренцевом море. Моллюски разделены на различные группировки в соответствии с работой Е.М. Крыловой, Д.Л. Иванова и А.Н. Миронова (2013), посвященной оценке доли видов двустворчатых моллюсков атлантического и тихоокеанского происхождения в разных географических районах Арктики и на разных батиметрических горизонтах. В работе представлен альтернативный вариант деления видов по происхождению на атлантических и тихоокеанских моллюсков, основанный на материалах бентосной съемки 2003-2008 гг. в Баренцевом море.

Введение. Баренцево море является пограничным, агрегирующим в своей акватории теплые воды Атлантического океана и холодные Северного Ледовитого. Благодаря этой особенности, фауна обитающих здесь двустворчатых моллюсков имеет ряд признаков: наличие арктических эндемиков, видов с тихоокеанским и с атлантическим происхождением (Филатова, 1957).

В работе Е.М. Крыловой, Д.Л. Иванова и А.Н. Миронова (2013), цель которой заключалась в оценке доли видов двустворчатых моллюсков атлантического и тихоокеанского происхождения в разных географических районах Арктики и на разных батиметрических горизонтах, одним из 10 рассмотренных участков было Баренцево море. Материалом по Баренцеву морю для этой работы послужили всего лишь три станции, выполненные РТ-61 «Водник» в 1968 году. Целью нашей работы было подробное рассмотрение двустворчатых моллюсков различного происхождения на всей акватории Баренцева моря.

Материалы и методы. Использованы результаты сборов на 342 станциях, на которых было отмечено 82 вида двустворчатых моллюсков. Двустворчатые моллюски Баренцева моря, отобранные в 2003-2008 гг. с помощью дночерпателя ван Вина (0,1м²), были разделены на группы, предложенные Крыловой и др. (2013). В первом варианте все виды делились на атлантические и тихоокеанские, во втором – на атлантические, тихоокеанские и атлантикотихоокеанские. Для каждой из групп были рассчитаны средние и медианные значения биомассы, плотности, температуры, солености и глубины. Кроме того, составлены карты распределения групп по числу видов, биомассе и плотности поселений.

Результаты и обсуждение. При разделении видов согласно первому варианту, распределение групп двустворчатых моллюсков на акватории Баренцева моря показало, что моллюски атлантического происхождения встречаются на всей акватории Баренцева моря, в то время как моллюски тихоокеанского происхождения обнаружены на 82% станций. Наибольшее число атлантических видов встречалось в основном в юго-западной части моря (24 вида), а тихоокеанских – в юго-восточной (8 видов) (рис. 1).

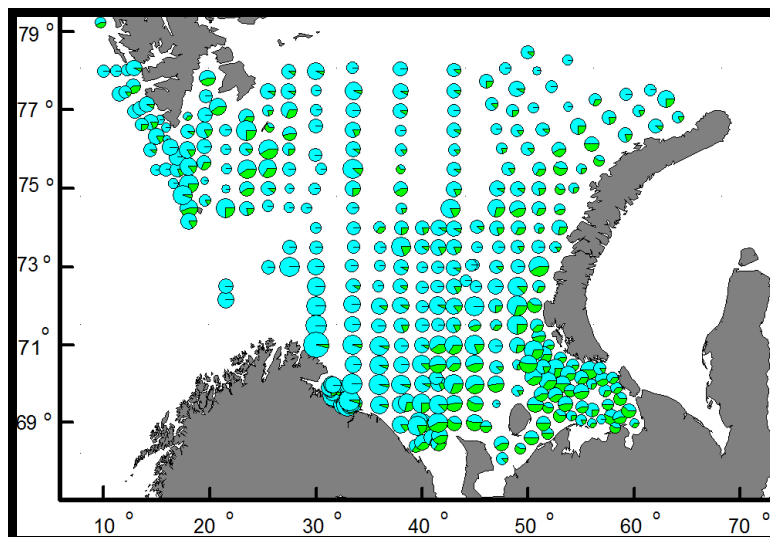


Рис. 1. Распределение групп двустворчатых моллюсков, разделенных на атлантические (голубые) и тихоокеанские (зеленые), согласно 1 варианту по Крыловой и др. (2013).

Значительной биомассы моллюски атлантического происхождения достигали на юго-востоке моря. Также отмечено два случая их встречаемости в северо-западной части моря (рис. 2). Высокая плотность поселений моллюсков этой группы отмечались на юге моря, в Центральной впадине, а также в районе Шпицбергенской банки (рис. 3).

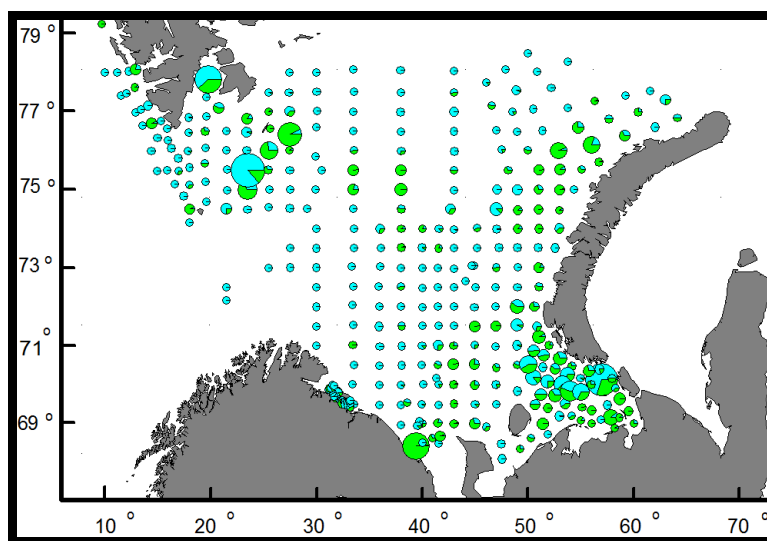


Рис. 2. Распределение биомассы групп двустворчатых моллюсков, разделенных на атлантические (голубые) и тихоокеанские (зеленые), согласно 1 варианту по Крыловой и др. (2013).

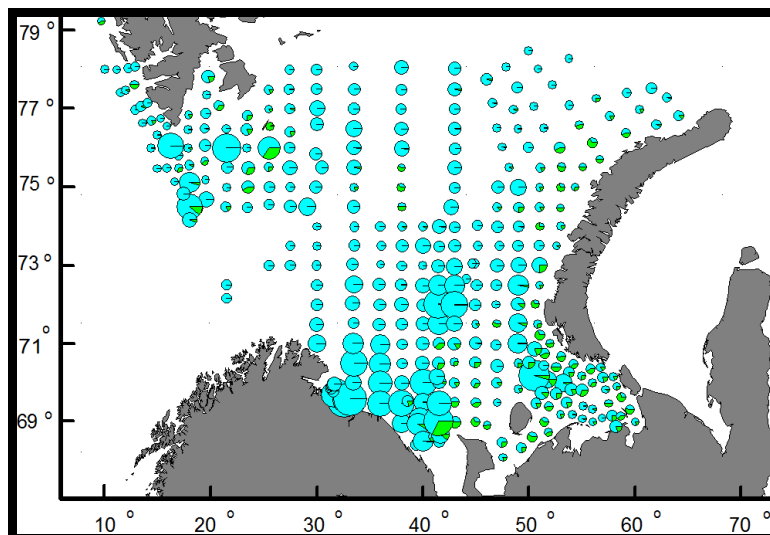


Рис. 3. Распределение плотности поселений групп двустворчатых моллюсков, разделенных на атлантические (голубые) и тихоокеанские (зеленые), согласно 1 варианту по Крыловой и др. (2013).

Моллюски тихоокеанского происхождения создавали крупные скопления в районе мыса Святой Нос и на Шпицбергенской банке. В остальных участках биомасса моллюсков была значительно ниже. Высокая плотность моллюсков отмечалась в тех же районах.

Значительных различий в условиях обитания этих групп моллюсков выявлено не было.

При разделении видов согласно второму варианту, ситуация выглядит иначе. Моллюски атлантического и тихоокеанского происхождения встречаются практически повсеместно: в 89,5 и 99,1 % станций соответственно. В то время атлантико-тихоокеанские моллюски были отмечены гораздо реже – в 65 % станций. Максимальное число видов атлантических моллюсков было обнаружено на юго-западе моря (14 видов), тихоокеанских – в районе мыса Святой Нос (14 видов), а атлантико-тихоокеанских – на Шпицбергенской банки (4 вида) (рис. 4).

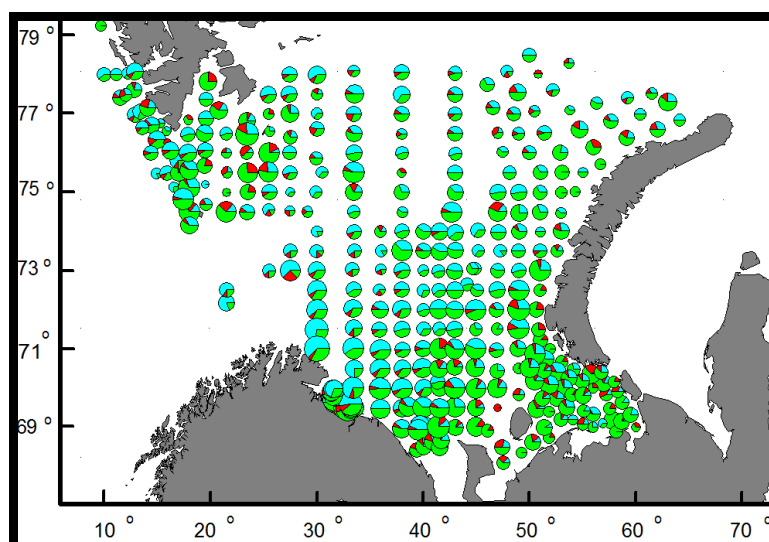


Рис. 4. Распределение групп двустворчатых моллюсков, разделенных на атлантические (голубые), тихоокеанские (зеленые) и атлантико-тихоокеанские (красные), согласно второму варианту по Крыловой и др. (2013).

В сравнении с остальными группами, биомасса двустворчатых моллюсков атлантического происхождения была относительно невелика (до $170,0 \text{ г/м}^2$) (рис. 5). В то время как тихоокеанские моллюски образовали довольно крупные скопления на северо-западе моря, в Печорском море, а также в районе мыса Святой Нос, где биомасса достигла $861,6 \text{ г/м}^2$. Атлантико-тихоокеанские моллюски также создали крупные скопления на северо-западе моря и в Печорском море. Максимальная биомасса моллюсков этой группы была отмечена в районе Шпицбергенской банки ($929,1 \text{ г/м}^2$).

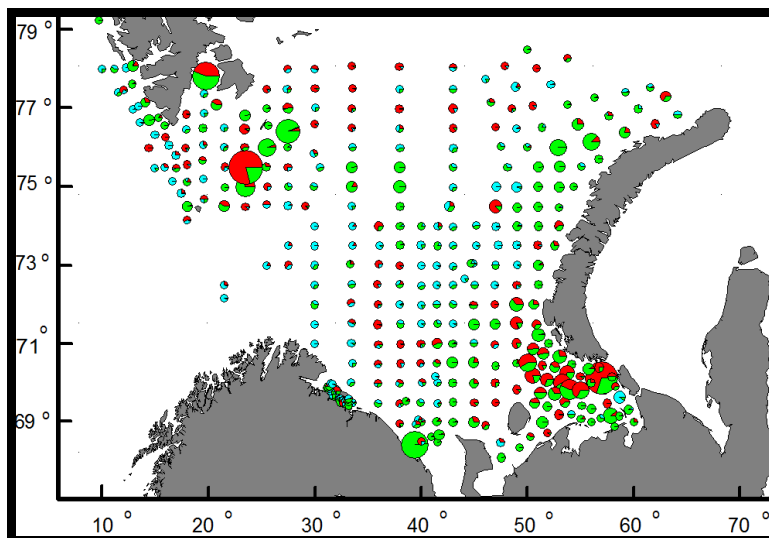


Рис. 5. Распределение биомассы групп двустворчатых моллюсков, разделенных на атлантические (голубые), тихоокеанские (зеленые) и атлантико-тихоокеанские (красные), согласно второму варианту по Крыловой и др. (2013).

Самые высокие плотности образуют моллюски тихоокеанского происхождения, достигая в Печорском море 2098 экз/м^2 (рис. 6). Наиболее крупные скопления представлены в южной части моря, Центральном желобе и единично на северо-западе Баренцева моря. Наибольшее скопление моллюсков атлантического происхождения обнаружено в районе Шпицбергенской банки, где значения плотности достигали 1975 экз/м^2 . Самыми малочисленными оказались моллюски атлантико-тихоокеанского происхождения. Наибольшие значения плотности моллюски этой группы достигали в районе мыса Святой Нос (762 экз/м^2).

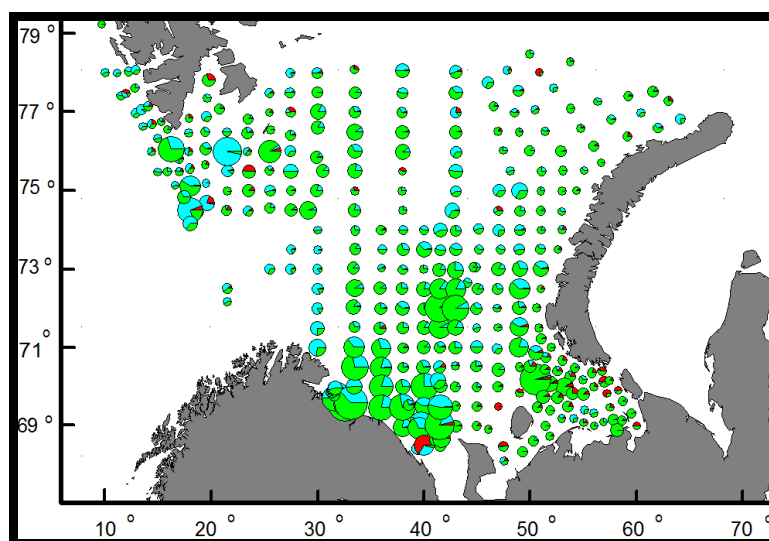


Рис. 6. Распределение плотности поселений групп двустворчатых моллюсков, разделенных на атлантические (голубые), тихоокеанские (зеленые) и атлантико-тихоокеанские (красные), согласно второму варианту по Крыловой и др. (2013).

Как и в первом случае, значительных различий в условиях обитания этих групп моллюсков не выявлено.

Пересчитав средние значения температур, соленостей и глубин обитания вышеописанных групп как средневзвешенные по биомассе и плотности, в первом варианте выявлено (табл. 1):

- значительных различий между разными группами по температуре обитания нет
- средние значения солености на много ниже средней солености по морю
- различия в глубине обитания выявлены только по плотности.

Таблица 1. Средневзвешенные значения температуры, солености и глубины по биомассе и плотности при разделении моллюсков согласно первому варианту по Крыловой и др. (2013)

	по биомассе		по плотности	
	Атлантические	Тихоокеанские	Атлантические	Тихоокеанские
Температура, °С	0,11	0,49	1,79	1,63
Соленость, ‰	31,60	30,85	32,72	30,58
Глубина, м	119,29	108,11	197,95	104,15

Таким образом, двустворчатые моллюски, разделённые на две группы в соответствии с Крыловой и др. (2013), имеют не соответствующие предполагаемым значениям показатели среды обитания.

Пересчитав средние значения температур, соленостей и глубин обитания групп по второму варианту как средневзвешенные по биомассе и плотности, выявлено, что значения температуры, солености и глубины обитания атлантико-тихоокеанских моллюсков близко к значению тихоокеанских (табл. 2).

Таблица 2. Средневзвешенные значения температуры, солености и глубины по биомассе и плотности при разделении моллюсков согласно второму варианту по Крыловой и др. (2013).

	Группы моллюсков	Температура, °С	Соленость, ‰	Глубина, м
по биомассе	Атлантико-тихоокеанские	-0,10	31,09	102,12
	Атлантические	1,34	33,10	215,17
	Тихоокеанские	0,46	31,07	109,73
	Тихоокеанские новые	0,25	31,08	106,85
по плотности	Атлантико-тихоокеанские	2,00	31,57	114,76
	Атлантические	2,31	32,73	194,50
	Тихоокеанские	1,5	32,53	193,09
	Тихоокеанские новые	1,51	32,46	189,20

Исходя из схожести средневзвешенных значений параметров среды обитания моллюсков атлантико-тихоокеанского и тихоокеанского происхождения, было принято решение объединить эти две группы. Разделение на две группы по новому принципу соответствует логике пребывания этих видов в характерных для них условиях обитания.

Полученные данные дали следующий результат: моллюски тихоокеанского происхождения встречались в 99,7 % станций и максимально были представлены в уловах 16 видами в районе Шпицбергенского мелководья и мыса Святой Нос (рис. 7).

Максимальные значения биомассы были обнаружены в районе Шпицбергенского мелководья ($1167,7 \text{ г/м}^2$) и в Печорском море ($1102,7 \text{ г/м}^2$), а плотности поселения – в Печорском море (2162 экз/м^2).

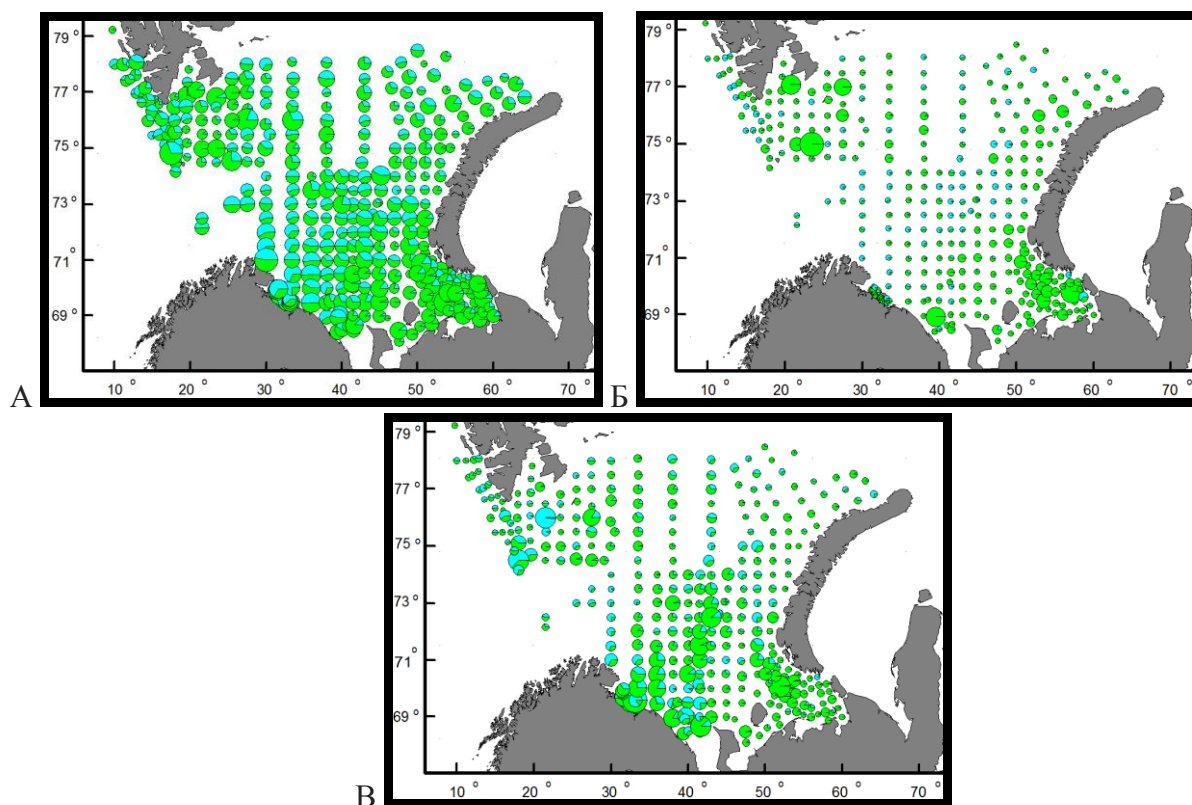


Рис. 7. Распределение групп двустворчатых моллюсков, разделенных на атлантические (голубые) и тихоокеанские (зеленые) согласно нашему варианту деления на группы (А – по числу видов, Б – по биомассе, В – плотности поселений)

Заключение. Таким образом, 57% моллюсков Баренцева моря имеют тихоокеанское происхождение, несмотря на то, что ареал этих моллюсков может быть любой, в том числе и атлантический. Тем самым, данная работа подтверждает предположения многих ученых, что преобладающим направлением трансарктического переноса фауны было от северной части Тихого океана к северной Атлантике (Soot-Ryen, 1932; Ekman, 1953; MacNeil, 1965; Кафанов, 1979 и др.).

Список литературы

Кафанов А.И. 1979. О статусе Арктической морской биогеографической области (по палеонтологическим данным). Палеоэкология сообществ морских беспозвоночных. Владивосток, 100-129.

Крылова Е.М., Миронов А.Н., Иванов Д.Л. 2013. Соотношение видов атлантического и тихоокеанского происхождения в современной арктической фауне двустворчатых моллюсков. *Invertebrate Zoology* 10(1), 89-126.

Филатова З.А. 1957. Зоогеографическое районирование северных морей по распространению двустворчатых моллюсков. Тр. Ин-та океанологии АН СССР 23, 195-215.

Ekman S. 1953. *Zoogeography of the sea*. Sidgwick and Jackson, 9, 417 p.

MacNeil F.S. 1965. Evolution and distribution of the genus *Mya*, and Tertiary migrations of Mollusca. *US Geol. Surv. Prof. Pap.* 483(G). 51 p.

Soot-Ryen T. 1932. Pelecypoda, with a discussion of possible migrations of Arctic pelecypods in Tertiary times. Norwegian North Polar Expedition. Scientific Results. Bergen: Geofysisk Institut 5(12), 35 p.

Опыт культивирования ракообразных в качестве стартовых живых кормов при выращивании молоди ценных видов рыб

З.Т. Болатбекова^{1,2}, С.Ж. Асылбекова¹, С.К. Койшыбаева¹, Б.Т. Кулатаев²

¹ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», г. Алматы

²НАО «Казахский Национальный Аграрный Университет»

e-mail: I.zami@mail.ru

Ключевые слова: стартовые корма, живые корма, кормление, тилапия, клариевый сом, ракообразные, культивирование, молодь.

Аннотация. Развитие отечественной аквакультуры является одним из приоритетных направлений рыбохозяйственной деятельности в Казахстане. При индустриальных методах выращивания рыб весь прирост биопродукции происходит за счет вносимых кормов. В этих условиях повышаются требования к качеству кормов, их сбалансированности по основным питательным, биологически активным и энергетическим веществам. При выращивании ценных видов рыб в искусственных условиях используемые корма должны полностью удовлетворять потребности организма рыб в питательных веществах (белках, жирах и углеводах), минеральных солях, микроэлементах и витаминах. На разных этапах развития гидробионтов пища должна быть соответствующего размера и формы и не обладать токсичными свойствами. Важным этапом в жизни многих рыб становится переход к самостоятельному питанию. Рыбы особенно требовательны к кормам именно на ранних этапах онтогенеза. Установлено, что для нормального развития и оптимального роста личинок и молоди культивируемых гидробионтов предпочтительно применение живого корма.

Культивирование живых кормов особенно важно при разведении и выращивании рыб в индустриальных условиях. Разработка и дальнейшее совершенствование технологий выращивания различных живых кормов не теряет своей актуальности. В настоящее время в рыбоводстве существуют разнообразные технологии выращивания кормов животного происхождения, в основном это простейшие, круглые черви, ракообразные, кольчатых черви, личинки насекомых.

Для культивирования живых кормов необходимо знать их биологические и физиологические особенности. Эти данные позволяют создавать оптимальные условия для разведения кормовых организмов и получения их максимальной продукции. Наряду с этим в настоящее время особую актуальность приобретают вопросы повышения продуктивности культивируемых организмов, путем введения в культуру новых кормовых беспозвоночных животных, разработки технологий и методов их массового культивирования в производственных масштабах.

В 2019 году специалистами ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства» были апробированы технологии культивирования некоторых видов кормовых ракообразных на рыбоводческих хозяйствах Казахстана. Объектами культивирования являлись: два вида мелких, планктонных ракообразных (различные виды мoiny (*Moina*) и дафнии (*Daphnia*)), как стартового корма для молоди рыб, и два вида более крупных, бентосных ракообразных (различные виды мизид (*Mysida*) и один вид местной креветки (*Palaemon modestus*)), также как живого корма для молоди рыб.

Исследования были нацелены на формирование ключевых технологических приемов и методов, необходимых для организации эффективного использования живых кормов на современном уровне развития рыбоводства. В ходе работы были определены биологическая и экономическая эффективность использования исследуемых видов живых кормов при подращивании молоди ценных видов рыб на рыбоводных предприятиях Казахстана.

Внедрение научных разработанных рекомендаций по культивированию исследуемых видов живых кормов и внедрение его на рыбоводные предприятия РК, что позволит обеспечить доступность стартовых живых кормов для отечественных субъектов агробизнеса.

Исследования по культивированию живых кормов (ракообразных) проходили в условиях VI рыбоводной зоны, на базе рыбоводных хозяйств ТОО «Капшагайское НВХ - 1973» и ТОО «Halyk Balyk».

Культуры ракообразных собирали из Капшагайского водохранилища и прудов ТОО «Капшагайское НВХ-1973», где они развиваются в большом количестве. При культивировании различных культур ракообразных были использованы литературные данные зарубежных и отечественных авторов (Воробьева, 1988; Малиновская и др., 1983; Мусатова, 1971).

Культивирование привезенных культур проводили в бассейнах, расположенных в инкубационном цехе, при слабо проточном режиме. Для садкового культивирования использовали установленные в пруду садки из мельничного газа с ячейей 36 микрон, через которое могут входить кормовые объекты. Для отработки прудового метода культивирования использовали пруды различных категорий.

Для изучения биологии креветок и мизид, определения их биомассы в прудах, садках и бассейнах условиях ежемесячно отбирали пробы (сачком из саза № 14 с площади 1 м² на 6 точках отбора проб) в зоне их скопления. Снятую продукцию культур, выращиваемых в различных условиях, учитывали путем прямого взвешивания после удаления избыточной влаги через капроновое сито. Питание мизид и креветок, определение суточной ритмики питания проводилось методом наблюдений (кормовые приоритеты определяли по поедаемости).

Подращивание молоди клариевого сома и тилапии при кормлении живыми кормами проводили в бассейнах и мини-УЗВ. В период проведения работ проводили мониторинг термического и кислородного режима бассейнов и садков при помощи термооксиметра МАРК-302Э.

Определение рыбоводно-биологических показателей проводилось по общепринятым методикам (Привезенцев и др., 2006; Тетдоев, 2007; Щербина и др., 2006). При выполнении работ были собраны данные по приросту биомассы червей в культиваторах, их питательности, определенной по рыбоводно-биологическим показателям молоди клариевого сома. Оценка экономической эффективности кормления молоди клариевого сома производилась по специальной методике, разработанной ТОО «КазНИИРХ» (Федоров и др., 2015). В ходе проведения исследований по культивированию живых кормов была определена биологическая эффективность кормовых ракообразных (два вида мелких, планктонных ракообразных (различные виды мины (*Moina*) и дафнии (*Daphnia*) и два вида более крупных, бентосных ракообразных (различные виды мизид (*Paramysis*) и один вид креветки (*Palaemon modestus*)) на рыбоводных предприятиях Казахстана; проанализированы результаты апробации различных методов культивирования бентосных ракообразных (двух видов мизид и одного вида креветки); дана оценка рыбоводно-биологическим показателям молоди ценных видов рыб (тилапии и клариевого сома) при кормлении их культивируемыми видами живых кормов; определены факторы, влияющие на рыбоводно-биологические параметры исследуемых видов рыб при их кормлении живыми кормами; даны сведения по основным параметрам среды и условий культивирования живых кормов; определена экономическая эффективность их культивирования и применения.

Изучение особенностей кормления молоди тилапии и клариевого сома было начато сравнительно недавно – с первыми попытками интенсивного выращивания этих ценных объектов. Несмотря на большое количество рецептов искусственных стартовых кормов, разработанных для молоди тилапии и клариевого сома, использование для этой цели живых кормов очень актуально для развития аквакультуры Казахстана. В первую очередь это объясняется доступностью живых кормов для отечественных сельхозтоваропроизводителей, возможностью их культивирования в производственных условиях фермерских хозяйств. Для

этого необходима разработка оптимальных условий культивирования живых кормов в рыбоводных хозяйствах нашей страны.

Несмотря на то, что в настоящее время опыт производства живого корма на рыбоводческих хозяйствах Казахстана сводится к единичным случаям, разработку и совершенствование технологий культивирования живых кормов в качестве стартовых кормов необходимо продолжать. Разработки технологических нормативов для подращивания молоди ценных видов рыб с применением живых кормов усилит производственные возможности рыбоводных хозяйств и окажет прямое воздействие на увеличение объемов производимой рыбной продукции в стране.

Благодарность. З.Т. Болатбекова выражает благодарность своей коллеге, старшему научному сотруднику лаборатории аквакультуры Булавиной Наиле Баймуратовне за ценные советы и помощь при планировании и проведении исследования.

Список литературы

Воробьева А.А. 1988. Культивирование донных ракообразных (мизид и гаммарид) в нагульных прудах. Автореф. дис. канд. биол. наук. М.: КаспНИИРХ, 26 с.

Малиновская А.С., Тэн В.А. 1983. Гидрофауна водохранилищ Казахстана. Алма-Ата: Наука, 208 с.

Мусатова Г.Н. 1971. Суточные рационы и кормовые коэффициенты у молоди осетровых. Труды Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО). Т. IXXXI, 114-127.

Привезенцев Ю.А., Боронцовская О.И., Плиева Т.Х., Богерук А.К. 2006. Методические рекомендации по воспроизводству и выращиванию тилапий. М.: РГАУ-МСХА 10, 23 с.

Тетдоев В.В. 2007. Особенности интенсивной технологии выращивания голубой тилапии. Рыбоводство и рыбное хозяйство 4, 26-37.

Федоров Е.В., Бадрызлова Н.С., Диденко Т.А., Ахметова Г.Б. 2015. Характеристика прямых производственных затрат полносистемных прудовых хозяйств для оценки эффективности их работы. Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана, 1. 56–65.

Щербина М.А., Гамыгин Е.А. 2006. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. М.: ВНИРО, 360с.

Материалы по зараженности Азовского бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) осенью 2019 г.

Е.С. Бортников¹, Г.В. Мосеян^{1,2}, В.Н. Хорошельцева^{1,2}, Т.В. Стрижакова¹

¹Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), г. Ростов-на-Дону

²Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

e-mail: Bortnikov_1991@bk.ru

Ключевые слова: бычок-кругляк, *Neogobius melanostomus*, паразиты, паразитофауна, зараженность, Таганрогский залив, показатели зараженности.

Аннотация: В работе представлены результаты паразитологического обследования бычка-кругляка, проведенного в Таганрогском заливе в осенний период 2019 г. Были обнаружены десять представителей паразитофауны данного вида рыб. Полученные данные позволили оценить количественные параметры зараженности рыбы (экстенсивность и среднюю интенсивность инвазии, индекс обилия).

Бычок-кругляк – понто-каспийский эндемик, чей природный ареал распространяется по берегам Черного, Азовского, Каспийского и Мраморного морей, включая лиманы и устья рек (Семенова, 2001). Отличительной особенностью данного вида является высокая степень эвригалинности, что позволяет ему прекрасно приспосабливаться к жизни при солености воды от 0,5 до 19‰. Взрослые рыбы питаются преимущественно моллюсками, а также полихетами, молодью рыб и членистоногими (Гаевская, 2012). Спектр питания существенно влияет на формирование паразитофауны бычка-кругляка.

Пробы половозрелого бычка-кругляка были отобраны в центральной части Таганрогского залива (кв. 49-В) в ходе учетно-траловой съемки Азовского моря и мониторинга промысла в районе с. Приморка. В общей сложности проанализировано 30 экз. половозрелого бычка-кругляка (по 15 экз. в каждой точке отбора).

Полный паразитологический анализ рыб и обработку паразитов проводили по общепринятым методикам (Быховская-Павловская, 1969; Мусселиус и др., 1983). Видовое определение выделенных паразитических форм осуществлялось по «Определителю паразитов позвоночных Черного и Азовского морей» (1975).

У всех исследуемых рыб определялись морфометрические показатели – промысловая длина и масса.

Оценка паразитологического статуса бычка-кругляка из Таганрогского залива в осенний период 2019 г. проведена по данным анализа двух выборок половозрелых особей. Получены данные по видовому составу паразитических организмов и количественные характеристики зараженности бычка-кругляка, такие как экстенсивность инвазии (ЭИ, %), пределы (ИИ, экз.) и средняя интенсивность инвазии (СИ, экз.), индекс обилия (ИО, экз.).

В обеих выборках бычка-кругляка преобладали самцы. Средние значения промысловой длины рыб из разных участков залива были близки, тогда как средние значения массы бычка-кругляка из центрального района были выше (табл. 1).

Таблица 1. Размерно-массовые характеристики бычка-кругляка, исследованного в Таганрогском заливе в осенний период 2019 г.

Район отбора проб	♂/♀, экз.	m _{ср} , г	l _{ср} , мм
Центральный (кв. 49-В)	8/7	60,2±12,4	12,0±0,8
Восточный (с. Приморка)	9/6	49,4±4,2	12,1±0,3

Патологоанатомическое вскрытие рыб не выявило видимых патологий.

В спектре паразитических организмов бычка-кругляка из Таганрогского залива насчитывалось 10 видов из 7 классов: микроспоридий, ресничных, цестод и ракообразных – по 1 виду, трематод и круглых червей – по 3 вида (табл. 2).

По локализации выявленные паразиты делились на кожные формы (*Cryptocotyle concavum*, *C. lingua*), жаберные (*Trichodina* sp., *Ergasilus nanus*), кишечные (*Glugea* sp., *Proteocephalus gobiorum*, *Dichelyne minutus*), полостные (*Eustrongylides excisus*, Nematoda sp. 1) и глазные (*Diplostomum* sp.).

Таблица 2. Показатели зараженности бычка-кругляка паразитами в разных районах Таганрогского залива в осенний период 2019 г.

Вид паразита	Центральный (кв. 49-В)				Восточный (с. Приморка)			
	ЭИ	ИИ	СИ	ИО	ЭИ	ИИ	СИ	ИО
<i>Glugea</i> sp.	6,7	678	678,0	45,2	66,7	1-106	38,2	25,5
<i>Trichodina</i> sp. *	-	-	-	-	66,7	0,04-5,0	0,7	0,5
<i>Cryptocotyle concavum</i> , <i>C. lingua</i>	-	-	-	-	6,7	12	12,0	0,9
<i>Diplostomum</i> sp.	6,7	2	2,0	0,1	-	-	-	-
<i>Proteocephalus gobiorum</i>	-	-	-	-	20,0	1-5	2,3	0,5
<i>Dichelyne minutus</i>	46,7	1-20	6,1	2,9	33,3	1-3	2,0	0,7
<i>Eustrongylides excisus</i>	13,3	2-4	3,0	0,4	80,0	1-5	2,3	1,9
Nematoda sp. 1.	33,3	1-2	1,2	0,4	13,3	1-1	1,0	0,1
<i>Ergasilus nanus</i>	53,3	1-24	5,8	3,1	53,3	1-7	4,0	2,1
Примечание * Показатели интенсивности приведены в пересчете на поле зрения микроскопа, x400								

Выявленные инвазии характеризовались значительной вариабельностью количественных показателей с преобладанием случаев с высокими значениями экстенсивности – порядка 50-80 %, при этом наиболее высокие проценты заражения рыб регистрировались в восточной, наиболее опресненной части Таганрогского залива.

В паразитоценозах бычка-кругляка из обоих районов залива преобладали инвазии с низкими показателями интенсивности. В восточной части залива индекс обилия у 7 возбудителей из 8 выявленных варьировал в пределах 0,1–2,1 экз., в центральной – 0,1–3,1 экз. (у 5 из 6 видов). Исключение составила микроспоридия *Glugea* sp. из слизистой оболочки кишечника со значениями индекса обилия 25,5 и 45,2 экз. Рыбы, зараженные этим паразитом, в большей степени концентрировались в восточной части залива. Выборка бычка-кругляка из района с. Приморка была инвазирована микроспоридией на 67%, чего не наблюдалось в предшествующие годы.

Кишечная нематода *D. minutus*, традиционный компонент паразитофауны азовского бычка-кругляка, встречалась на всей обследованной акватории Таганрогском залива, но с более высокими показателями зараженности в центральном районе, где индекс обилия паразита был в 4 раза выше, в сравнении с восточным районом. Однако дихелины в осенний период 2019 г. не превышали порога интенсивности в 20 экз., достигая подобных значений у единичных особей бычка-кругляка. При высокой зараженности патогенное влияние дихелин проявляется в образовании участков очагового некроза на слизистой оболочке кишечника, утолщении его мышечного слоя, локальной закупорке кишечника и снижении эффективности всасывания питательных веществ (Rezaei et al., 2013).

Отмечена тенденция к ослаблению зараженности бычка-кругляка традиционными для него метацеркариями трематод р. *Cryptocotyle* (*C. concavum*, *C. lingua*). В период от лета к осени его зараженность криптокотилюсами в восточной части залива снизилась с 80,0 до

6,7 %, а индекс обилия с 470 до 0,9 экз. Есть основания предполагать, что часть рыб с наиболее высокими значениями интенсивности, исчислявшимися тысячами экземпляров, могла погибнуть.

В составе паразитофауны бычка-кругляка выявлено три вида паразитических организмов, являющихся, согласно разным источникам, потенциально опасными для здоровья человека. Это личиночные формы трематод р. *Cryptocotyle* и нематоды *E. excisus* (Cole, 1999; Deardorff, Overstreet, 1991; Guerin, Marapendi, Grail, 1982, МУК 3.2. 988. -00). По данным указанных авторов, *E. excisus*, попадая в организм человека, может вызывать гастрит и перфорацию кишечника.

При высокой зараженности *E. excisus* может оказывать патогенное влияние на рыб, вызывая у них заболевания (Moravec, 1994; Карманова, 1986).

В осенний период 2019 г. степень зараженности бычка-кругляка большинством паразитических организмов не достигала эпизоотически значимых величин и носила характер паразитоносительства. Вместе с тем высокие показатели экстенсивности инвазии рыб данного вида личинками нематоды *Eustrongylides excisus* осенью, а также представителями р. *Cryptocotyle* в летний период свидетельствуют о наличии очагов эустронгилидоза и криптокотилёза в Таганрогском заливе.

Список литературы

Быховская-Павловская И.Е. 1969. Паразитологическое исследование рыб. Л.: Изд-во «Наука», 109 с.

Гаевская А.В. 2012. Паразиты и болезни рыб Черного и Азовского морей: I – морские, солоноватоводные и проходные рыбы. Севастополь: Изд-во «ЭКОСИ-Гидрофизика», 380 с.

Карманова Е.М. 1968. Диоктофимидеи животных и человека и вызываемые ими заболевания. Основы нематодологии. Т. 20. М.: «Наука», 262 с.

МУК 3.2. 988. 00. 2001. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки. Методические указания (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 25.10.2000). М.: 46 с.

Мусселиус В.А., Ванятинский В.Ф., Вихман А.А. 1983. Лабораторный практикум по болезням рыб: учебное пособие. М.: Изд-во «Легкая и пищевая промышленность», 295 с.

Определитель паразитов позвоночных Черного и Азовского морей. 1975. Киев: изд-во «Наукова думка», 552 с.

Семенова А.И. 2001. Бычок-кругляк *Neogobius melanostomus* (Pisces: Gobiidae) за пределами ареала: причины, степень распространения, возможные последствия. Вестн. зоол № 3, 71-77.

Cole R.A. 1999. Eustrongylidosis. Field Manual of Wildlife Diseases. General Field Procedures and Diseases of Birds № 1999-0001, 223-228.

Deardorff T.L., Overstreet R.M. 1991. Seafood-transmitted zoonoses in the United States: the fishes, the dishes, and the worms. Microbiology of Marine Food Products. Springer US, 211-265.

Guerin P.F., Marapendi S., MC Grail L. 1982. Intestinal perforation caused by larval Eustrongylides. Morb. Mort. Week. Rep. 31, 383-389.

Moravec F. 1994. Parasitic nematodes of freshwater fishes of Europe. Dordrecht Boston London: «Kluwer Acad. Publ», 473 p.

Rezaei S., Pazooki J., Shapifpour I., Mazumian M. 2013. Histopathological observations in *Neogobius bathybius* (Actinopterygii: Gobiidae) infected by *Dichelyne minutus* (Nematoda: Cucullanidae) in the Caspian Sea, Iran. Turkish Journal of Zoology 37(3), 329-333.

Итоги половодья 2019 года в Волго-Ахтубинской пойме

Е.С. Брызгалина^{1,2}, О.В. Филиппов², А.И. Кочеткова^{1,2}, М.С. Баранова²

¹Волгоградский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ВолгоградНИРО»), г. Волгоград

²Волжский филиал Волгоградского государственного университета (ВФ ВолГУ), г. Волжский

e-mail: bryzgalina_elena@mail.ru

Ключевые слова: Волго-Ахтубинская пойма, гидрологический режим, половодье, специальный весенний попуск, уровень воды, расход воды.

Аннотация. В статье приведены краткие итоги половодья 2019 года по данным гидролого-экологического мониторинга. Дана оценка гидрографа половодья в сопоставлении с уровнями наполнения водных объектов.

Озера Волго-Ахтубинской поймы (далее ВАП), обладающие большим количеством хорошо прогреваемых мелководий, значительными кормовыми ресурсами, являются идеальным местом для размножения рыб и нагула их молоди (Делицын, 1971). Зарегулирование стока Волги плотиной ГЭС привело к коренным преобразованиям ВАП. Изменение гидрологического режима системы привело к тому, что озера поймы, помимо воспроизводственной функции, стали непосредственно формировать структуру взрослой части рыбного населения рук. Ахтуба. Однако, вследствие ослабления связи поймы с Ахтубой, ее роль в этом процессе снизилась (Бандура и др., 1998). В связи с этим, для понимания процесса необходимо детально анализировать гидрологический режим ВАП.

В 2019 году специальный попуск воды в нижний бьеф Волгоградского водохранилища проходил по сценарию маловодного половодья, что связано с крайне низким притоком талой воды к Куйбышевскому водохранилищу во втором квартале. Максимальные расходы воды во время «пиковой полки» составили около 25 тыс. м³/с и продолжались в течение 5 сут (с 3 по 7 мая). После этого, в связи со сложной гидрологической обстановкой на Куйбышевском водохранилище, началось резкое снижение расходов (по одной тысяче м³/с в сутки) и к 22 мая Волжская ГЭС вышла на меженные расходы без предварительного поддержания «рыбохозяйственной полки» (рис. 1). Общая продолжительность половодья составила 30 сут.

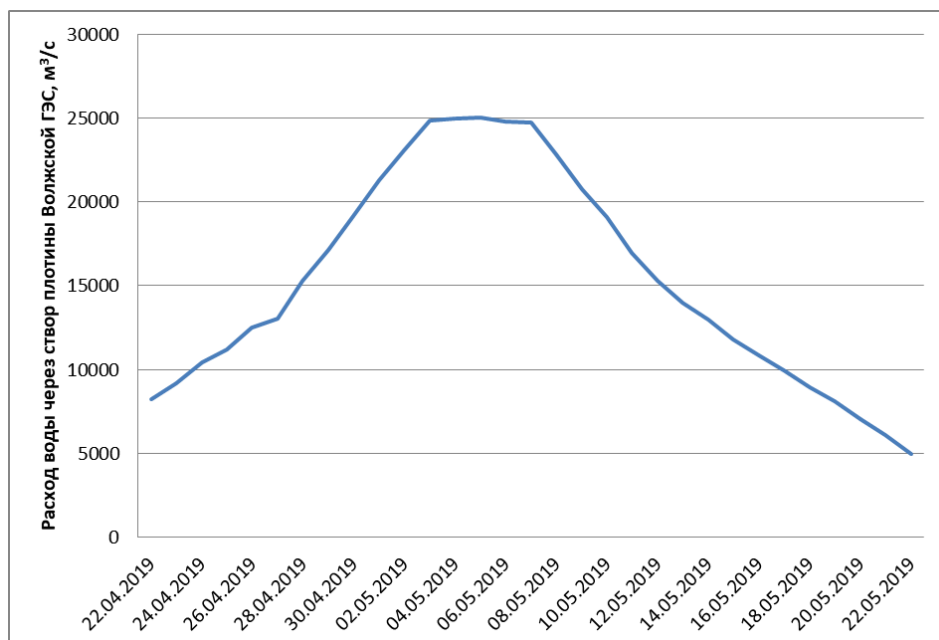


Рис. 1. Расходы воды через створ плотины Волжской ГЭС во время специального весеннего пуска в 2019 году (по данным <http://www.volges.rushydro.ru/>)

В Волго-Ахтубинской пойме экспедиционные выезды для наблюдения за уровнями воды проводились по двум трансектам, приуроченным к автотрассам: «Средняя Ахтуба – Краснослободск» (верхняя трансекта) и «Ленинск – Покровка» (нижняя трансекта) 6 и 7 мая – 4 и 5 дни «пиковой полки». Измерения проводились на мостах передаточным методом от стоек с известными абсолютными отметками с помощью геодезической рулетки с ценой деления 1 мм.

В таблице ниже приведены средние уровни воды по данным трансектам (табл. 1). Для сравнения даны уровни воды по этим же трансектам за несколько предыдущих лет: средневодные 2017 и 2018 гг. и многоводный (за счет продолжительной «пиковой полки») 2016 г. (Филиппов и др., 2017).

Таблица 1. Средние уровни воды на трансектах в период пиковой полки

Наименование трансекты	Уровни воды в период пиковой полки (6-7 день либо последние 2 дня при пиковой полке меньшей продолжительности), м Абс.			
	2019	2016	2017	2018
Средняя Ахтуба – Краснослободск	-4,98	-4,01	-4,67	-4,71
Ленинск – Покровка	-8,16	-7,33	-7,63	-7,76

Средний уровень воды на верхней трансекте в конце «пиковой полки» оказался на 97 см ниже многоводного 2016 года и на 31 и 27 см ниже средневодных 2017 и 2018 годов соответственно.

Средний уровень воды на нижней трансекте в конце «пиковой полки» был ниже среднего уровня воды в 2016 году на 83 см, и ниже аналогичного показателя в 2017 и 2018 гг. на 53 и 40 см соответственно.

На нижней трансекте в ряд водных объектов, расположенных в центральной ее части, на время окончания пиковой полки вода не зашла. К ним относятся оз. Дубок, оз. Малякино, искусственные водоводы.

На рисунке 2 можно видеть заметный провал в центральной части нижней трансекты, который был не так выражен в 2017 году, когда максимальные расходы во время половодья

были такими же как в 2019 году (25 тыс. м³/с), но «пиковая полка» была более длинной (выезд проводился на 9 день полки).

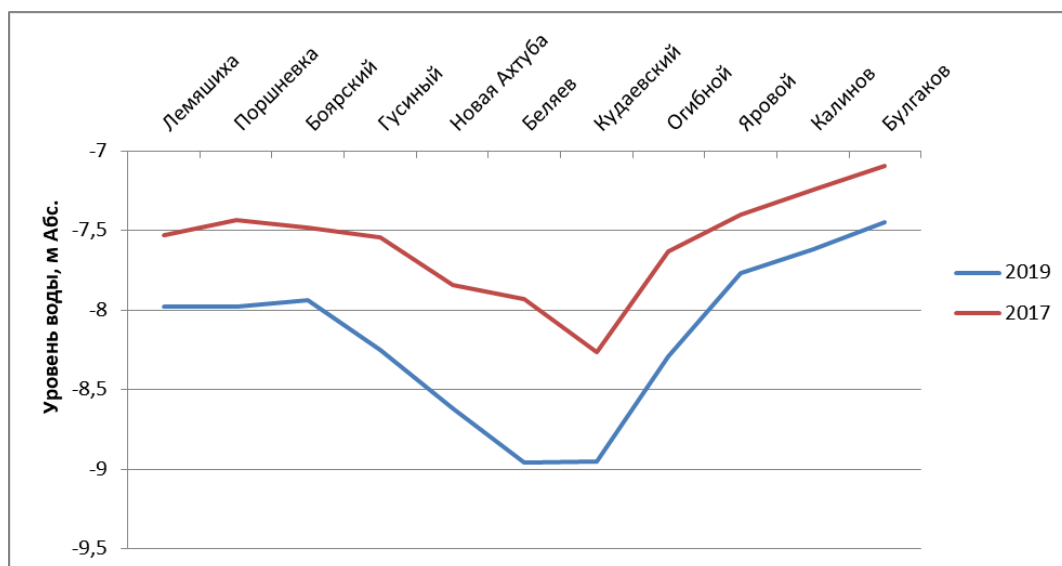


Рис. 2. Уровни воды на продольном профиле трансекты «Ленинск – Покровка» в 2017 и 2019 гг.

Помимо ериков также был обследован ряд озер, находящихся вблизи трансект. На верхней это озера Запорное, Дегтярное и Верхняя Чайка – плёсовидная котловина ер. Песчаный. На нижней – оз. Малякино. На озерах уровень воды, соответствующий данным расходам через плотину ГЭС, устанавливается позже, чем на ериках. Требуется продолжительное время для заполнения котловины.

Во время выезда 07.05.2019 г. (последний день «пиковой полки») в оз. Запорное активно шла вода, то есть в этом году озеро не успело заполниться до максимальной при данном расходе отметки. Уровень воды в нем оказался ниже уровня воды в аналогичном по величине максимальных расходов 2017 г. на 0,5 метра, несмотря на проведенную в прошлом году расчистку истоков ер. Судомойка и истока и устья ер. Сахарный (система, питающая оз. Запорное). В самой котловине озера в настоящее время ведутся работы по углублению дна. При этом грунт не вывозится, из него в пределах котловины намываются острова, что грозит всплеском зарастания данного озера в последующие годы и ухудшением условий обводнения наиболее глубокой части котловины озера (рис. 3).



Рис. 3. Озеро Запорное в конце половодья 2019 г. (снимок Sentinel-2 от 18.05.19 г.)

Лучше обстоит ситуация в оз Верхняя Чайка (ер. Песчаный). Там с 2017 года проводятся масштабные работы по расчистке, углублению русла и замене гидротехнических сооружений. В частности, старую трубу метрового диаметра, наполовину заваренную на выходе, в истоке ерика Песчаный из Каширинского водного тракта заменили на просторный бетонный канал с гидрозатвором. Помимо этого частично ликвидировали земляные дамбы ниже по течению, очистили русло от тростника, расширили и углубили его. В результате обводнение ерика, даже при таком критически маловодном половодье, оказалось лучше, чем в 2017-18 гг.

В целом половодье 2019 года в Волго-Ахтубинской пойме можно оценить как крайне маловодное, неудовлетворяющее нужды сельского и рыбного хозяйства, а также требований охраны ландшафтов поймы. Локальные положительные моменты (обводнение ер. Песчаный) не делают ситуацию менее напряженной.

Список литературы

Бандура В.И., Донцов Ю.С., Пономарева Э.Н. 1998. Современное состояние экологических комплексов в водоемах Волго-Ахтубинской системы. Рыбное хозяйство Нижней Волги и Дона в условиях антропогенного воздействия, вып. 323 под ред. М.П. Мирошниченко, В.Н. Нефедова, Санкт-Петербург, 3-27.

Делицын В.В. 1971. Состав нерестовых стад и размножение рыб на Волго-Ахтубинской пойме. Труды Волгоградского отделения ГосНИОРХ 5, 192-209.

Филиппов О.В., Кочеткова А.И., Брызгалина Е.С., Баранова М.С. 2017. Волго-Ахтубинская пойма: итоги половодья 2016 года. Международная научно-практическая конференция «Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования». Волгоград: Волгоградский ГАУ 1, 105-112.

Химико-технологические характеристики красных водорослей *Gracilaria verrucosa* и *Gracilaria gigas*, культивируемых в Индонезии

Н.В. Бурова, А.В. Подкорытова

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва
e-mail: podkor@vniro.ru

Ключевые слова: *Gracilaria*, культивируемые водоросли, химический состав, выход и физические свойства агаров.

Аннотация. Представлена теххимическая характеристика красных водорослей *Gracilaria verrucosa* и *G. gigas*, выращенных на островах Ява и Ломбок Индонезийского архипелага в 2019 г., и предназначенных для промышленной переработки. Приведены исследования химического состава и технологических свойств водорослей (выход природного и модифицированного агаров, физические свойства их гелей).

Красные водоросли семейства Gracilariaceae являются одним из основных товаров аквакультуры в мире, поскольку около 80% агара производится именно из грацилярии. По данным ФАО объём мирового рынка *Gracilaria* spp. в 2015 г. составил 3880748 т на сумму 985069 тыс. долл. США, при этом 1157234 т (30%) было выращено на индонезийском архипелаге (Ferdouse и др., 2018). Индонезия – один из лидеров по культивированию грацилярии, ввиду уникального расположения государства в экваториальном климатическом поясе, обширной береговой линии и правительственной поддержки, направленной на развитие данной отрасли. Большая часть индонезийского сырья направляется на экспорт для производства агара (Neish и др., 2017). Стоимость сушёной грацилярии на сегодняшний день составляет в среднем 600 долл. США/т (<https://www.tokopedia.com>). В тоже время Россия является крупнейшим потребителем агара, в 2015 г. в нашу страну было импортировано 906 т агара на сумму 17989 тыс. долл. США (Ferdouse и др., 2018). Развитие отечественной индустрии по производству агара, в том числе с использованием импортного сырья, обладает огромным экономическим потенциалом, поскольку этот гидроколлоид традиционно пользуется большим спросом и имеет прочные позиции на внутреннем рынке.

Целью данной работы является исследование химического состава и технологических свойств красных водорослей *Gracilaria* spp., выращенных в Индонезии и предназначенных для промышленной переработки, как потенциального источника сырья для развития агаровой промышленности в России. В качестве объектов исследований использовали водоросли *G. verrucosa* и *G. gigas*, культивируемые на островах Ломбок и Ява (табл. 1, рис. 1). Образцы грацилярии были предоставлены компаниями Phoenix Food (г. Матарам) и PT Alamindo Makmur Cemerlang (г. Сурабая).

Таблица 1. Характеристика образцов культивируемых водорослей *G. verrucosa* и *G. gigas*

Образец, №	Наименование водоросли	Период сбора	Район культивирования	Способ заготовки
1	<i>Gracilaria verrucosa</i> (Hudson) Papenfuss	Февраль 2019	Провинция Западная Нуса-Тенгара (о. Ломбок)	Сухие водоросли (очищенный и обесцвеченный полуфабрикат)
2		Март 2019		
3	<i>Gracilaria gigas</i> Harvey	Март 2019	Провинция Восточная Ява (о. Ява)	Сухие водоросли (природная форма)

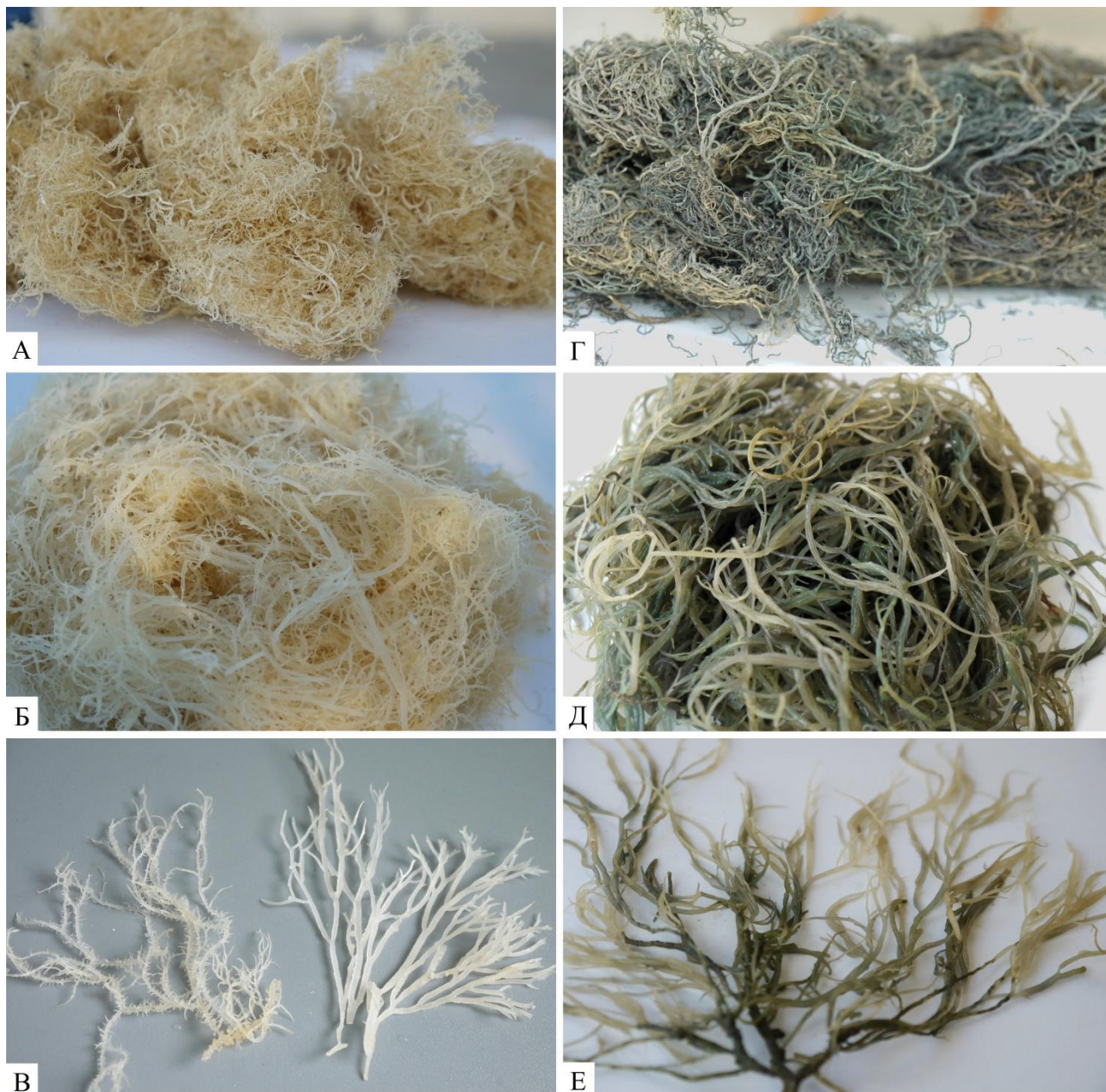


Рис. 1. Внешний вид культивируемых водорослей *G. verrucosa* (А, Б, В) и *G. gigas* (Г, Д, Е): А, Г – сухие водоросли; Б, Д – восстановленные водоросли; В, Е – талломы

Содержание посторонних примесей, воды, золы, общего азота и целлюлозы в водорослях оценивали в соответствии со стандартными методами (АОАС, 1990; ГОСТ 26185, 2010; ГОСТ 31413, 2011; ГОСТ 33331, 2015). Содержание протеина рассчитывали по содержанию общего азота, который определяли с использованием автоанализатора Kjeltac™ Foss-2300 («FOSS Analytical AB», Швеция), с применением коэффициента 6,25 (FAO, 2003). Экстракцию природного и модифицированного агара из водорослей осуществляли способами, описанными Armisen, Galatas (1987) и Syamdidi и др. (2016) в условиях лаборатории инновационных технологий. Щелочную модификацию агара проводили на стадии предварительной обработки биомассы водорослей в 5% растворе гидроксида натрия. Процесс экстракции осуществляли в два этапа по 4 ч при температуре 98 ± 2 °С на лабораторной водяной бане Экрос ПЭ-4300 (ООО «Экросхим», Россия). Сушку геля агара проводили вымораживанием при температуре минус 18 ± 2 °С. Физические свойства природных и модифицированных агаров (прочность, цвет, температуры гелеобразования и плавления гелей их 0,85% растворов) оценивали по ГОСТ 26185. Прочность гелей растворов

агаров измеряли на приборе Валента, цветность – на цифровом спектрофотометре PD-303S («ApeI Co., Ltd.», Япония).

Коммерческое выращивание *Gracilaria* spp. в Индонезии осуществляется преимущественно в прудах и заливах, зачастую вместе с рыбой или креветками, а сбор урожая происходит каждые 30-60 дней (Mulyaningrum, Suwoyo, 2018; Torres и др., 2019). В отличие от водорослей, заготовленных способом активного лова или собранных из штормовых выбросов (например, анфельции), культивируемые водоросли, как правило, не загрязнены песком и другими видами макрофитов, что значительно облегчает их очистку от посторонних примесей. Сухие водоросли *G. gigas* содержали 22,4% посторонних примесей, которые были представлены в основном раковинами моллюсков. Полуфабрикаты *G. verrucosa* были тщательно очищены и содержали менее 1,0% посторонних примесей (рис. 2).

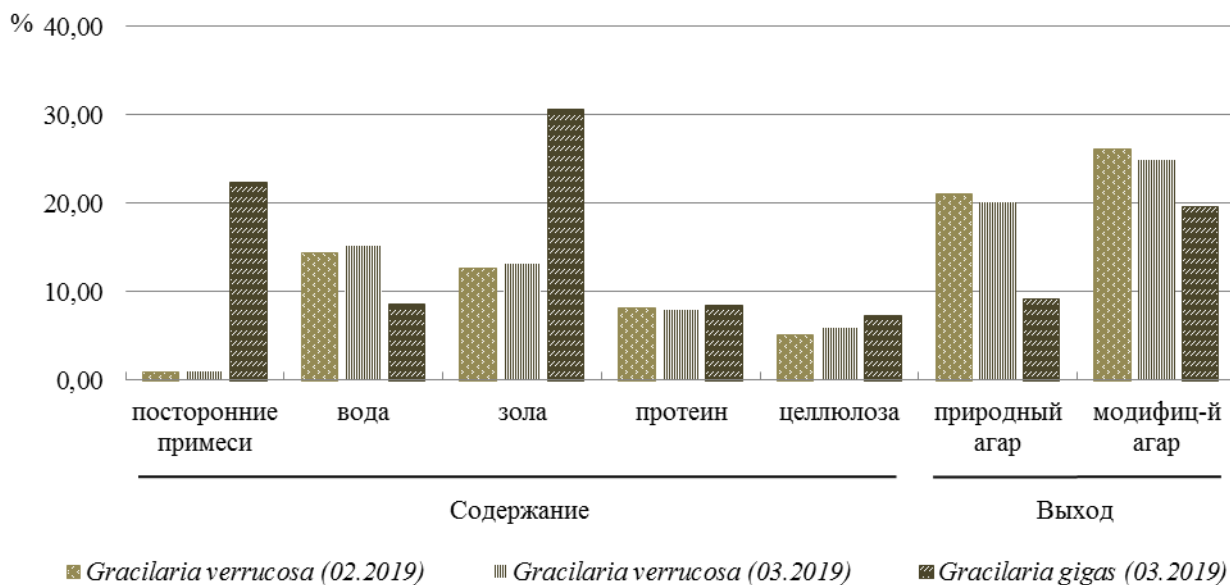


Рис. 2. Технохимическая характеристика *G. verrucosa* и *G. gigas*

Качество культивируемых водорослей *Gracilaria* spp., выход и свойства агара, полученного из них, зависят не только от вида макрофитов, но и от множества абиотических (район, способ выращивания, тип субстрата, качественные показатели воды, интенсивность света и сезонные колебания температуры) и биотических (эпифитизм, доступность питательных веществ) факторов. Данное обстоятельство свидетельствует о значительной фенотипической пластичности культивируемых водорослей (Marinho-Soriano, Bourret, 2003; Rejeki и др., 2018; Torres и др., 2019). Технохимическая характеристика индонезийских водорослей *G. verrucosa* и *G. gigas* представлена на рисунке 2. Водоросли *G. verrucosa* содержали примерно в два раза меньше золы (в среднем 12,94%), чем *G. gigas* (30,63%), поскольку первые представляют собой полуфабрикат, прошедший первичную обработку. Как правило, минеральные вещества эффективно удаляются из красных водорослей-агарофитов в процессе их промывки в пресной воде. Значительного отличия по содержанию протеина и целлюлозы для этих видов водорослей установлено не было. Выход природного агара, полученный нами в лабораторных условиях из *G. verrucosa*, составил в среднем 20,66%, модифицированного – 25,56%, а из *G. gigas* – 9,20 и 19,67% соответственно. Стоит отметить, что наиболее эффективно агар извлекается из индонезийских водорослей *G. verrucosa* и *G. gigas*, прошедших предварительную щелочную обработку. Однако, для каждого вида агарсодержащих водорослей необходим подбор индивидуальных режимов процесса получения гелеобразующего полисахарида.

На рисунке 3 изображены высушенные модифицированные агары, полученные нами из *G. verrucosa* и *G. gigas*. Стоит отметить, что сушёный агар, полученный из полуфабриката

G. verrucosa обладает лучшими органолептическими характеристиками, в частности привлекательным белым цветом с лёгким кремовым оттенком. Данное обстоятельство имеет важное значение, поскольку исключается необходимость применения стадии отбеливания готового продукта, полученного из полуфабриката агарсодержащих водорослей, обесцвеченных на этапе первичной обработки.

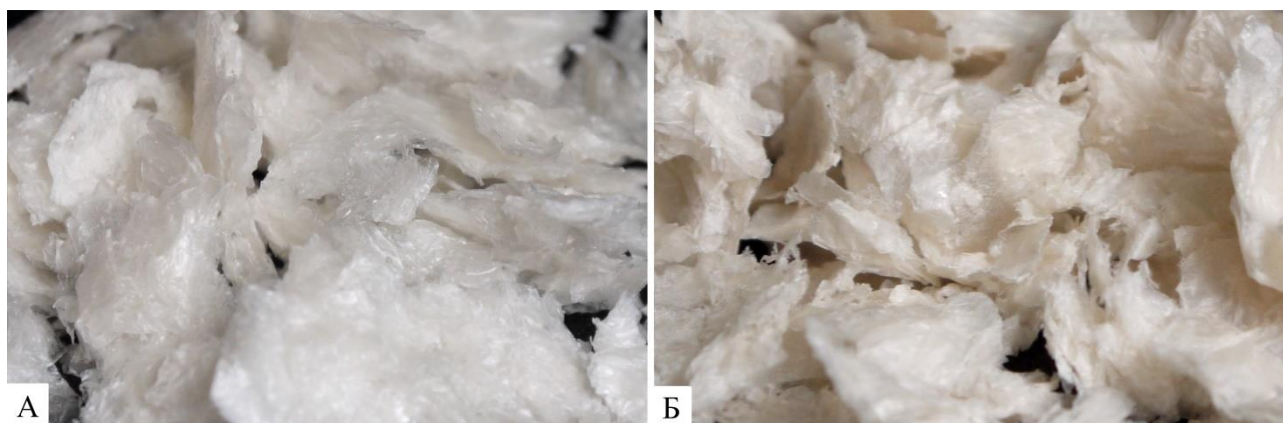


Рис. 3. Сухие модифицированные агары, полученные из *G. verrucosa* (А) и *G. gigas* (Б)

Из грацилярии, как правило, получают пищевой агар, который применяют в качестве гелеобразователя, стабилизатора, эмульгатора при изготовлении кондитерских изделий, соусов, желе, мясных и рыбных студней, текстурирующего агента для хлебобулочных изделий и осветляющего агента в пивоварении (McHugh, 2003). Однако наши исследования показали, что природные агары, выделенные из *G. verrucosa* и *G. gigas* не могут быть классифицированы как пищевые, прежде всего из-за того, что имеют низкую прочность геля – 112-131 и менее 45 г соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Физическая характеристика природных и модифицированных агаров, полученных из *G. verrucosa* и *G. gigas*

Вид агара	Прочность геля с м.д. агара 0,85%, г	Цвет геля с м.д. агара 0,85%, % светопропускания	Температура гелеобразования раствора с м.д. агара 0,85% ($T_{гел}$), °С	Температура плавления геля с м.д. агара 0,85% ($T_{пл}$), °С	Гистерезис ($T_{пл} - T_{гел}$), °С
<i>G. verrucosa</i> (о. Ломбок, февраль 2019 г.)					
$A_{п}$	131	41	40	72	32
$A_{м}$	602	46	45	82	37
<i>G. verrucosa</i> (о. Ломбок, март 2019 г.)					
$A_{п}$	112	41	40	72	32
$A_{м}$	583	45	45	82	37
<i>G. gigas</i> (о. Ява, март 2019 г.)					
$A_{п}$	<45	55	39	74	35
$A_{м}$	406	61	42	80	38

Примечания: $A_{п}$ – природный агар, $A_{м}$ – модифицированный агар, м.д. – массовая доля

Гелеобразующая способность агара большинства видов *Gracilaria* значительно улучшается благодаря предварительной обработке биомассы водорослей в слабощелочных растворах (McHugh, 2003; Syamdidi и др., 2016). Водные растворы модифицированных агаров, полученных из *G. verrucosa* и *G. gigas*, образуют гели, характеризующиеся высокой прочностью – 583-602 и 406 г соответственно. Однако, модифицированные агары, полученные из данных видов индонезийских культивируемых водорослей, не могут быть применены для целей микробиологии, а только в пищевой промышленности, поскольку они имеют высокую температуру гелеобразования их 0,85% растворов (42-45°C). Цикл гистерезиса этих гидрогелей составляет всего 37-38°C. Цвет геля 0,85% раствора модифицированного агара, выделенного из *G. verrucosa* составляет 45-46%, а из *G. gigas* – 61% светопропускания, что позволяет отнести эти гидроколлоиды к пищевому агару первого и высшего сортов соответственно (табл. 2).

Таким образом, показано, что из красных водорослей *G. verrucosa* и *G. gigas* получены высокие выходы модифицированных агаров – 24,90-26,21 и 19,67% соответственно. Установлено, что данные гидроколлоиды соответствуют требованиям ГОСТ 16280 «Агар пищевой». Проведённые исследования химического состава и технологических свойств красных водорослей-агарофитов, культивируемых на индонезийском архипелаге, свидетельствуют о том, что данные макрофиты имеют хороший потенциал как коммерческий источник сырья для развития агаровой промышленности в России.

Список литературы

- ГОСТ 16280-2002. 2003. Агар пищевой. М.: ИПК Издательство стандартов, 9 с.
- ГОСТ 26185-84. 2010. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. М.: ФГУП «Стандартинформ», 34 с.
- ГОСТ 31413-2010. 2011. Водоросли, травы морские и продукция из них. Правила приёмки и методы отбора проб. М.: ФГУП «Стандартинформ», 9 с.
- ГОСТ 33331-2015. 2015. Водоросли, травы морские и продукция из них. Методы определения массовой доли воды, золы и посторонних примесей. М.: ФГУП «Стандартинформ», 8 с.
- АОАС. 1990. Official methods of analysis of the AOAC. V. 1. Ed 15. Arlington, USA: AOAC Inc. Publisher, 684 p.
- Armisen R., Galatas F. 1987. Production properties and uses of agar: Production and utilization of products from commercial seaweed. Ed. D.J. McHugh. Rome, Italy: FAO fisheries technical paper. 1-57.
- FAO. 2003. Food energy - methods of analysis and conversion factors. Report of a technical workshop. Rome, Italy: FAO food and nutrition paper, 87 p.
- Ferdouse F., Holdt S.L., Smith R., Murúa P., Yang Z.V. 2018. The global status of seaweed production, trade and utilization. Globefish research programme. Rome, Italy: FAO Food and Nutrition Paper, 120 p.
- Marinho-Soriano E., Bourret E. 2003. Effects of season on the yield and quality of agar from *Gracilaria* species (Gracilariaceae, Rhodophyta). Bioresource Technol 90(3), 329-333.
- McHugh D.J. 2003. A guide to the seaweed industry. Rome, Italy: FAO Food and Nutrition Paper, 441 p.
- Mulyaningrum S.R.H., Parenrengi A., Suryati E. 2015. Pertumbuhan dan perkembangan eksplan rumput laut *Gracilaria verrucosa* dan *Gracilaria gigas* pada aklimatisasi di tambak. Ilmu Kelautan 20(3), 135-142.
- Neish I., Salling P., Aregger P., Klose J. 2017. Carrageenan and agar. Indonesia, beyond the land of *Cottonii* and *Gracilaria*. Jakarta, Indonesia: Ministry of Marine Affairs and Fisheries, 42 p.
- PT Tokopedia. Доступно через: <https://www.tokopedia.com>. Дата обращения: 31.10.2019.
- Rejeki S., Ariyati R.W., Widowati L.L., Bosma R.H. 2018. The effect of three cultivation methods and two seedling types on growth, agar content and gel strength of *Gracilaria verrucosa*. The Egyptian Journal of Aquatic Research 44(1), 65-70.

Syamdidi, Irianto H.E., Irianto G. 2016. Agar-abundant marine carbohydrate from seaweeds in Indonesia: production, bioactivity, and utilization. In: Marine Glycobiology. Ed. S.-K. Kim. Boca Raton, USA: CRC Press, 255-262.

Torres P., Santos J.P., Chow F., Y.A.C. dos Santos D. 2019. A comprehensive review of traditional uses, bioactivity potential, and chemical diversity of the genus *Gracilaria* (Gracilariales, Rhodophyta). Algal Research 37, 288-306.

Оценка численности и скорости миграции нерестовой части популяции азиатской корюшки *Osmerus dentex* в реке Амур в 2018 году

О.В. Вилкина, А.П. Шмигирилов

Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ХабаровскНИРО»), г. Хабаровск
e-mail: burlak_arv@mail.ru

Ключевые слова: *Osmerus dentex*, азиатская корюшка, р. Амур, мечение, численность, скорость нерестовой миграции.

Аннотация. Представлены результаты мечения 1000 экз. производителей азиатской корюшки в бассейне р. Амур в 2018 г. Возврат меток на участке с оцениваемой группой ставных неводов достиг 6,6 %. Абсолютная численность нерестовой группировки азиатской корюшки в 2018 году составила 118,7 млн экз. (6,2 тыс. т). Скорость анадромной миграции производителей равна 7,8 км/сут.

Азиатская корюшка *Osmerus dentex* Steindachner et Kner, 1870 – арктобореальный анадромный вид (Василец, 2000). В бассейне р. Амур является традиционным объектом промысла (Подушко, 1970). Во второй половине XX века вылов азиатской корюшки в Амуре изменялся от 250 до 1130 т/год (в среднем 768 т). В последнее десятилетие объем промыслового изъятия данного вида вырос до 893–3618 т/год (в среднем 2360 т) (рис. 1). Динамика уловов азиатской корюшки в значительной степени определяется колебаниями численности нерестовой части популяции.

Мечение, как метод изучения миграций и динамики численности популяций морских и анадромных видов рыб, применялся многими отечественными исследователями (Кагановский, 1949; Новиков, 1968, 1970; Андреев, 1968; Швецов, 1974; Колпаков, Милованкин, 2009). В бассейне р. Амур метод мечения использовался для оценки численности и индивидуальной скорости перемещения производителей летней и осенней кеты *Oncorhynchus keta* (Пасечник, Шмигирилов, 2008).

Экспериментальное мечение азиатской корюшки р. Амур в период нереста проводилось ранее сотрудником ХФТИНРО В.А. Горбачевым в 1999 году (Горбачев, 2003), численность нерестовой части популяции была оценена при помощи оценки коэффициента изъятия меченых особей единичным орудием лова. В нашей работе расчет численности произведен при помощи оценки коэффициента изъятия для группы ставных неводов.

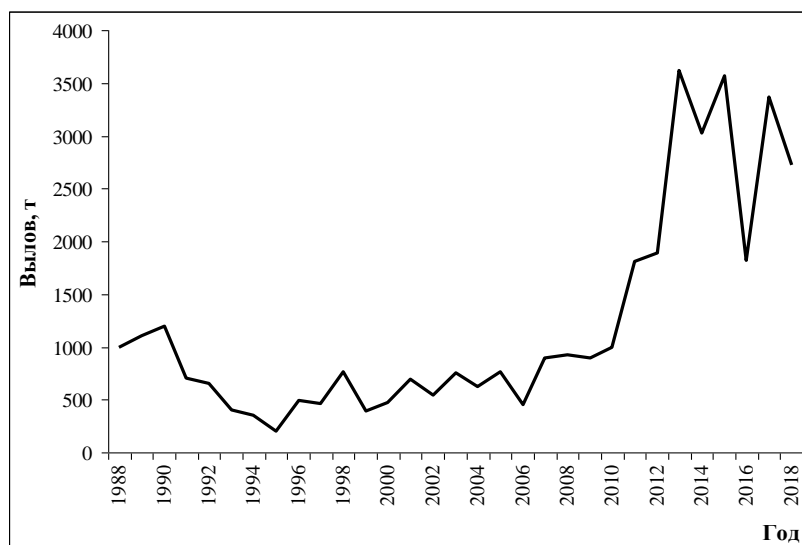


Рис. 1. Динамика вылова (т) азиатской корюшки в бассейне р. Амур в 1988–2018 гг.

Материал и методы. Массовое мечение производителей азиатской корюшки провели в апреле 2018 года в русле Амура в районе с. Иннокентьевка в 68 км от устья (рис. 2), на участке расположения группы орудий лова (40 небольших ставных неводов типа «каравка»). Рыбу для мечения отбирали из промысловых орудий лова. Мечение производили номерными гидроскопическими метками (рис. 3а) вручную, посредством закрепления рыболовного крючка с меткой в основании спинного плавника. Для оценки коэффициента изъятия для группы каравок пометили 1000 особей корюшки.

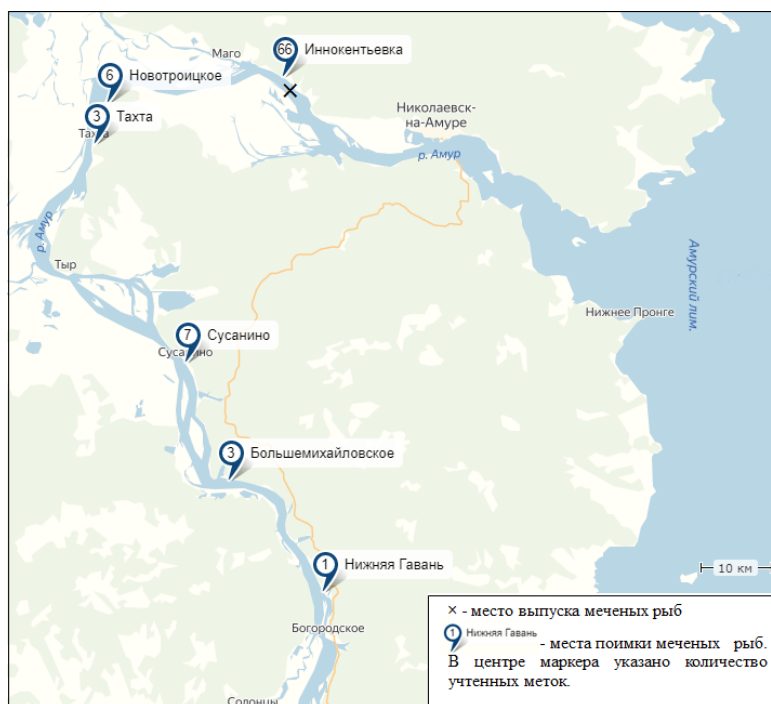


Рис. 2. Район проведения работ

Рыбу вместе с водой забирали из орудия лова в термоконтейнер № 1 (рис. 3б) и доставляли его к месту мечения. Термоконтейнер № 2 заполняли водой и размещали рядом с термоконтейнером № 1. Мечение производили в х/б или изопреновых перчатках, придерживая рыбу в воде пальцами одной руки (рис. 3в), после чего быстрым движением рыбу переносили в термоконтейнер № 2. В течение 10-15 минут наблюдали за поведением меченых рыб: считали и выбраковывали ослабших и погибших особей (рис. 3г). Выживших корюшек отпускали в заранее подготовленную лунку.

Индивидуальную скорость передвижения азиатской корюшки при нерестовой миграции в русле Амура оценивали по результатам мечения, учитывая количество времени, которое меченая рыба находилась в реке, и расстояние, которое она преодолела за это время. Параллельно с мечением также проводили биологический анализ корюшки из промысловых уловов по стандартной методике (Правдин, 1966).

Результаты и обсуждение. Сбор меток был организован на всем участке нерестовой миграции, были оповещены рыбодобывающие организации. Сотрудники «ХабаровскНИРО» проводили сбор меток в период экспедиционных работ на местах лова. Из 1000 помеченных особей азиатской корюшки вторично поймано 86 экз. Группой каравок, для которых оценивали коэффициент изъятия, поймано 66 меченых особей.

Для дальнейших расчетов собрана статистическая информация о фактическом ежедневном вылове этой группы каравок. За 46 сут промысла с 15 марта по 30 апреля на

данном участке суммарно поймано 285 т азиатской корюшки ($\approx 5,47$ млн экз.). Средняя масса одной особи была равна 51,2 г ($n = 221$).

Для расчета численности популяции (несмещенная N) использована формула Чепмена (Рикер, 1979):

$$N = ((M+1) \times (C+1)) / (R+1),$$

где N – численность промыслового стада (несмещ.), экз.; C – величина вылова на оцениваемом участке, экз.; R – количество пойманных меченых рыб, экз.; M – общее число помеченных рыб, экз.

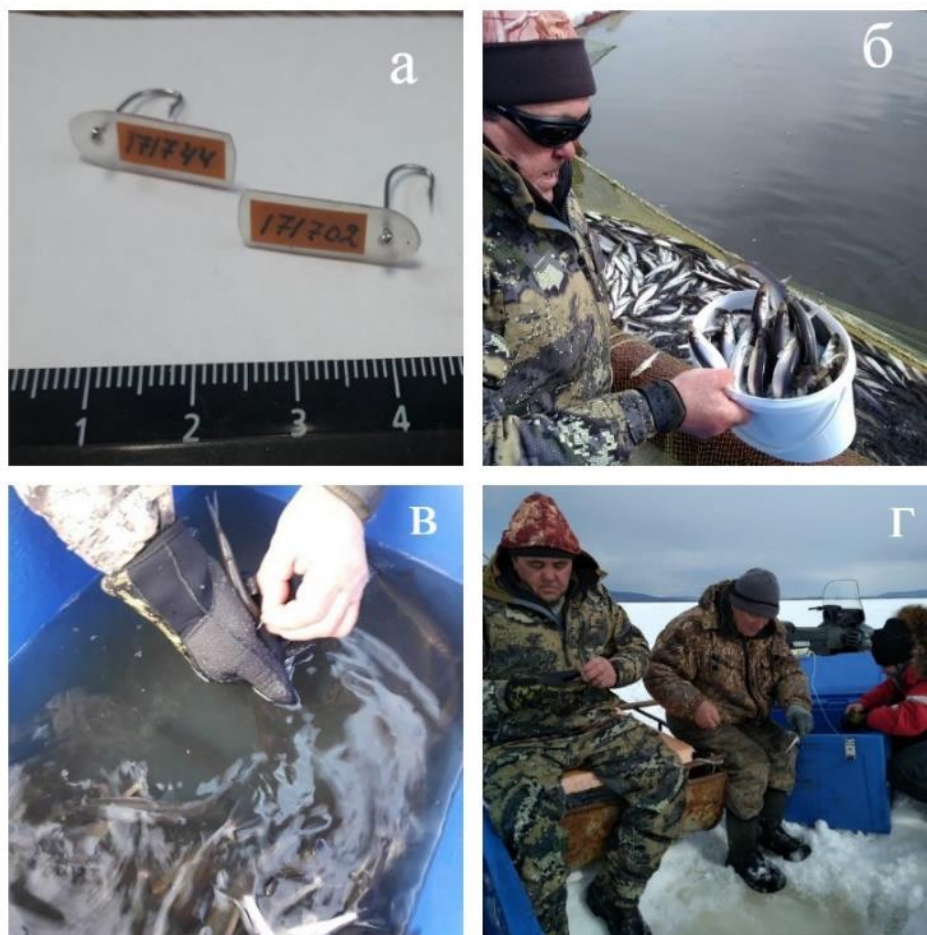


Рис. 3. Мечение производителей азиатской корюшки, Николаевский район, 2018 г.: а – общий вид гидроскопических меток; б – выборка производителей для мечения из ставного невода типа «каравка»; в – закрепление в основании спинного плавника крючка с номерной меткой; г – наблюдение за мечеными рыбами в термоконтейнере, отбраковка

Подставляя известные значения в формулу, получаем $N = (1000+1) \times (5470250+1) / (66+1) = 81\,727\,183$ экз.

Следует учесть, что данная величина не включает часть популяции, изъятую промыслом на рыбопромысловых участках, расположенных ниже по течению от места выпуска меченых рыб, численность которой составила 36969290 экз.

Итоговая численность нерестовой группировки азиатской корюшки в 2018 году составит $81\,727\,183 + 36\,969\,290 = 118\,696\,473$ экз. (6184,086 тонн).

По результатам мечения были определены крайние значения и средние скорости перемещения производителей азиатской корюшки во время нерестовой миграции (табл.). Средняя скорость нерестового хода составляет 7,8 км/сут. Данный параметр для нерестового стада азиатской корюшки бассейна р. Амур оценен впервые.

В 1999 г. по данным мечения и расчета коэффициента изъятия для единичного орудия лова запас азиатской корюшки был оценен в 3 405 т (Горбачев, 2003). Данные расчеты были основаны на следующих допущениях: равная для всех рыб вероятность вылова, коэффициент изъятия всех каравок одинаков и улов каждой из них не влияет на улов остальных. Однако существует вероятность, что некоторая часть мигрирующих рыб с метками не попадает в зону облова какого-то одного конкретного орудия лова и, вероятнее всего, оценки численности нерестовой части популяции азиатской корюшки, полученные таким способом, являются заниженными.

Таблица. Скорости азиатской зубастой корюшки в русле Амура в период нерестовой миграции 2018 г.

Район вылова меченых особей в русле р. Амур	Расстояние от места выпуска, км	Скорость, км/сут			Число пойманных меток
		Min	Max	Средняя	
с. Иннокентьевка	6	0,7	6,0	3,4	66
с. Новотроицкое	40	3,3	10,0	6,7	6
с. Тахта	48	6,9	6,9	6,9	3
с. Сусанино	105	6,6	11,7	9,2	7
с. Большемихайловское	130	14,4	13,0	13,7	3
с. Нижняя Гавань	157	6,8	6,8	6,8	1

Оцененная численность нерестовой части популяции азиатской корюшки в 2018 г. равна 6 184 т. Коэффициент изъятия обширной группы каравок на достаточно узком участке русла Амура позволяет обеспечить наиболее полный учет меток и произвести более точную оценку численности. Опыт, полученный в 2018 г., используется в настоящее время для дальнейшего совершенствования методических подходов к оценке численности нерестовой части популяции азиатской корюшки Амура с помощью мечения.

Благодарности. Авторы выражают глубокую благодарность за помощь в проведении экспериментов по мечению корюшки коллегам – сотрудникам «ХабаровскНИРО» В.В. Харитонову, О.А. Кудревскому и С.А. Пуките, а также д.б.н. Н.В. Колпакову за ценные замечания, способствовавшие улучшению работы.

Список литературы

- Андреев В.Л. 1968. Результаты мечения сельди в заливе Ныйво (северо-восточный Сахалин) в 1963 году. Известия ТИНРО. Т. 65, 257-258.
- Василец П.М. 2000. Корюшки прибрежных вод Камчатки: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ИБМ ДВО РАН, 24 с.
- Горбачев В.А. 2003. Численность нерестовой части популяции азиатской корюшки *Osmerus mordax dentex* в бассейне р. Амур в 1999 г. Сборник научных трудов «Методические и прикладные аспекты рыбохозяйственных исследований на Дальнем Востоке», Хабаровское книжное изд-во, 236-239.
- Кагановский А.Г. 1949. Результаты мечения одноперого терпуга. Известия ТИНРО. Т. 29, 179-182.
- Колпаков Н.В., Милованкин П.Г. 2009. Результаты мечения рыб в заливе Петра Великого в 2007-2008 гг. Известия ТИНРО. Т. 158, 142-159.
- Новиков Н.П. 1968. Мечение угольной рыбы (*Anoplopoma fimbria* (Pall.)) в Беринговом море и у тихоокеанского побережья Камчатки. Вопросы ихтиологии. Т. 8. вып. 5, 955-957.
- Пасечник О.И., Шмигирилов А.П. 2008. Оценка численности амурской кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) по результатам мечения. Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур, Владивосток: Дальнаука, 294-302.

Подушко Ю.Н. 1970. Биологическая характеристика азиатской корюшки *Osmerus eperlanus dentex* Steindachner в низовьях Амура // Известия ТИНРО. Т. 74, 130–138.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 376 с.

Рикер У.Е. 1979. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб. М.: Пищевая промышленность, 424 с.

Швецов Ф.Г. 1974. Результаты мечения двухлинейной камбалы в районе западного побережья о-ва Парамушир. Известия ТИНРО. Т. 93, 117-119.

Размерно-возрастной состав поселения двустворчатого моллюска Мерценарии Стимпсона *Mercenaria stimpsoni* в бухте Десятка (Японское море)

Р.В. Власенко

Тихоокеанский филиал ФГБНУ "ВНИРО" («ТИНРО»), г. Владивосток
e-mail: rv_vlasenko@mail.ru

Ключевые слова: мерценария Стимпсона, *Mercenaria stimpsoni*, условия обитания, рост, продолжительность жизни, Японское море.

Поселение *Mercenaria stimpsoni* в б. Десятка сформировано преимущественно крупноразмерными промысловыми особями (длина раковины более 55 мм), возраст моллюсков в среднем составляет 19,1-22,7 лет, максимальный до 46 лет. Отмечены различия размерно-возрастного состава поселения мерценарии в зависимости от глубины обитания. В верхних горизонтах преобладают относительно крупноразмерные особи, при увеличении глубины предельные размеры моллюсков снижаются, а продолжительность их жизни увеличивается.

Мерценария Стимпсона *Mercenaria stimpsoni* (Gould, 1861) довольно крупный двустворчатый моллюск, обитающий в Японском и Охотском морях, у южного Сахалина, на Южно-Курильском мелководье и у о. Итуруп, также у о. Хоккайдо и северного побережья о. Хонсю (Скарлато, 1981). У берегов Приморского края вид формирует локальные поселения в верхней сублиторали от устья р. Туманная на юге до м. Золотой на севере (Власенко, 2015), часто является доминирующей формой в прибрежных сообществах по численности и удельной биомассе (Скарлато, 1981; Разин, 1934; Власенко, 2012). По данным водолазных гидробиологических ресурсных исследований, проводимых Тихоокеанским филиалом «ВНИРО» («ТИНРО»), общий запас мерценарии у берегов Приморского края составляет около 26 тыс. т на площади 101,3 км², что позволяет устанавливать ежегодный рекомендованный вылов в размере 600 т. Дrajный промысел моллюсков начат в 2010 г., ежегодный вылов в среднем составил 51,6% от рекомендуемого.

Учитывая широкое распространение поселений мерценарии у берегов Приморского края, которые являются промысловыми единицами, при разработке рекомендаций по рациональному освоению запаса вида, необходимо учитывать особенности роста моллюсков и размерно-возрастного состава их поселений в конкретных местообитаниях. В связи с этим, целью данного исследования являлось изучение пространственного распределения, роста и продолжительности жизни мерценарии Стимпсона в б. Десятка Японского моря.

Материал собран во время водолазных гидробиологических исследований в б. Десятка, выполненных по стандартной методике от уреза воды до глубины 20 м с 30 июля по 3 августа 2016 г., (рис. 1). Использовались все раковины живых особей мерценарии из тотальных (безвыборочных) выборок, собранных на разной глубине: менее 12 м (ст. 1 и 2 – 29 экз.), 12-17 м (ст. 3 и 4 – 38 экз.) и глубже 17 м (ст. 5 и 6 – 45 экз.). Длину раковины моллюсков измеряли штангенциркулем с точностью 0,1 мм, массу взвешиванием до 1 г. Индивидуальный возраст и рост особей оценивали по зимним кольцам роста, имеющим вид характерных скульптурных элементов на наружной поверхности раковины и соответствующих им структурным меткам, хорошо различимым на радиальном спице в наружном слое створки (Золотарев, 1989; Kubota et al., 2017). Линейный прирост вычисляли как разность между замерами длины раковины для различных моментов времени, фиксируемых линиями нарастания.

Открытая с юго-востока б. Десятка подвержена волновому воздействию, ее вершина окаймлена песчаным пляжем, ограниченным с востока высоким и скалистым выступающим в море м. Южный, с запада плавно возникающими скалистыми утесами. Котловина бухты имеет удлиненную конфигурацию в южном мористом направлении с преобладанием песчаных и илесто-песчаных грунтов, сменяющихся галькой на глубине более 18 м. Особенностью данной акватории является ограничение мягких грунтов в котловине, как с запада, так и с востока отмельными участками дна, продолжающимися от мысов и сформированными каменистыми и скальными породами. По результатам водолазной съемки в б. Десятка мерценария встречалась на песчаных и илесто-песчаных грунтах, редко на галечных и ракушечных. Плотность поселения и удельная биомасса в среднем составили 4 экз/м² и 244,5 г/м² соответственно. Общий запас (биомасса) вида оценен в 161,1 т на площади 67,1 га. Батиметрическое распределение моллюсков неравномерное. В прибрежной полосе до глубины 4 м мерценария не встречалась, по мере увеличения глубины до 17-18 м средний показатель обилия моллюсков возрастал, затем начал снижаться (рис. 1).

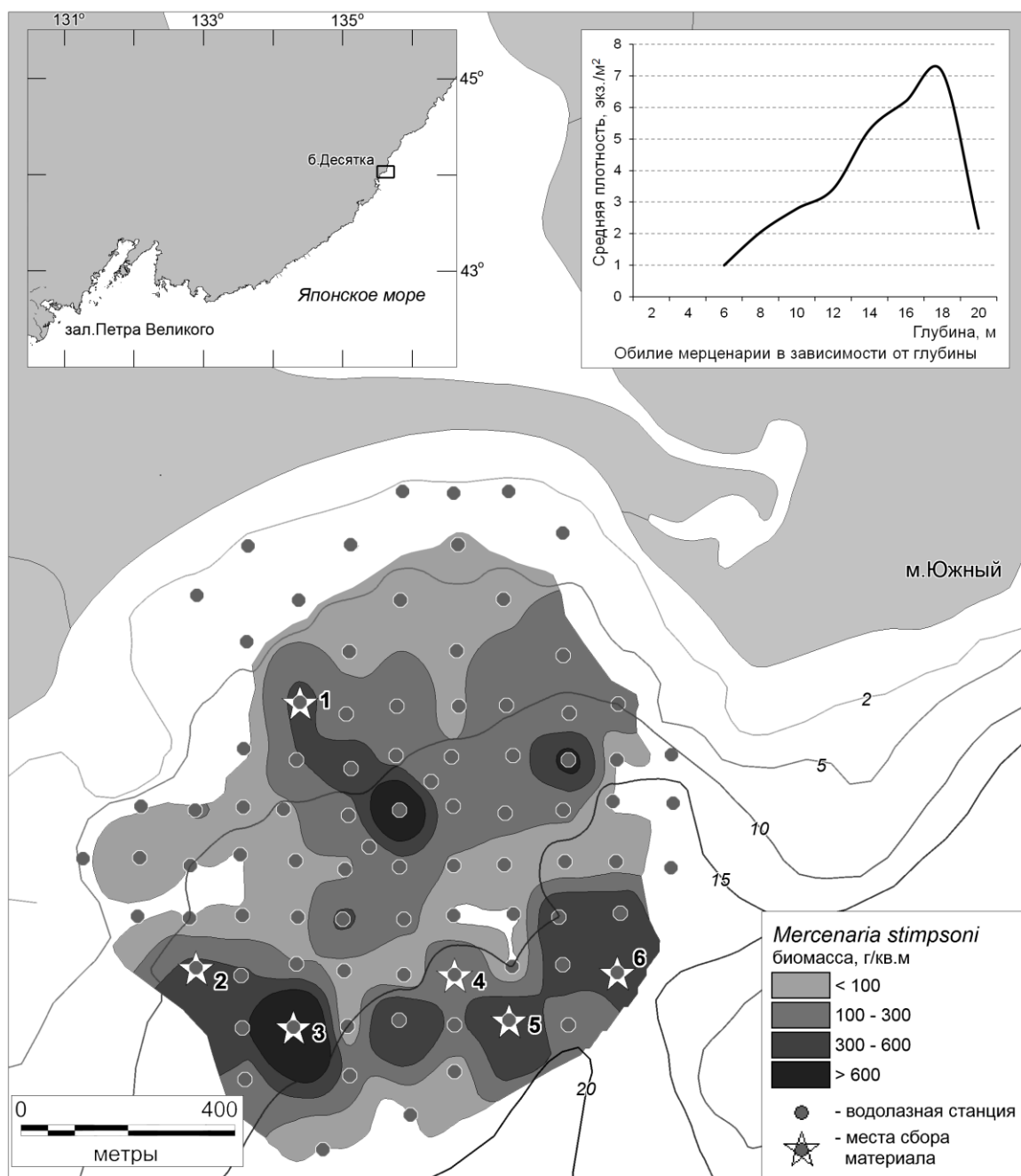


Рис. 1. Пространственное и батиметрическое распределение мерценарии в б. Десятка, 2016 г.

При анализе составов выборок отмечены различия в организации поселения моллюсков на разной глубине (рис. 2, табл. 1). В верхнем горизонте на глубине менее 12 м модальная группа представлена особями с длиной раковины 65-70 мм (31%), примечательна высокая доля крупных моллюсков с размером более 70 мм (24%). На глубине 12-17 м и более 17 м модальные классы представлены особями меньших размеров – 55-60 мм с долями 29 и 42% соответственно; доля моллюсков с размерами более 70 мм в первом случае составила всего 2,6%, во втором отсутствовала вовсе. Непромысловую часть выборок (длина раковины менее 55 мм), следует рассмотреть дифференцировано – до 40 мм (размер начала полового созревания (Власенко, Калинина, 2015)) и от 40 до 55 мм. Неполовозрелые моллюски присутствовали в выборках до 17 м, глубже не встречены. Доля особей от 40 до 55 мм возрастала при увеличении глубины с 10,3 до 26,6%. Анализ возрастной структуры этих же проб показал, что на всех трех горизонтах преобладают моллюски в возрасте 20-25 лет (26,3-35,5%) и при увеличении глубины возрастает продолжительность жизни. Таким образом, анализ размерно-возрастной структуры выборок свидетельствует об уменьшении размеров раковины, увеличении среднего возраста и продолжительности жизни мерценарии при увеличении глубины обитания.

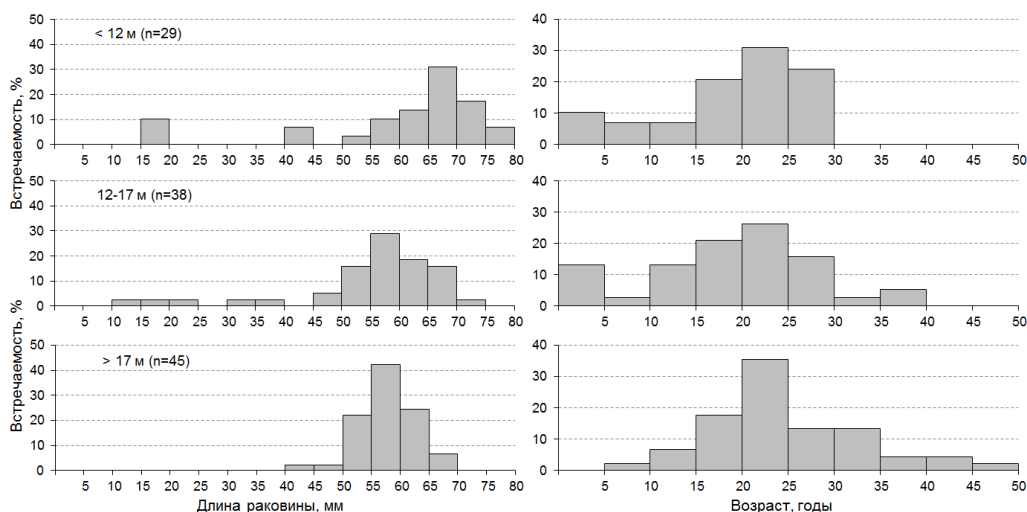


Рис. 2. Размерный (слева) и возрастной (справа) состав выборок мерценарии

Таблица 1. Параметры мерценарии в выборках

Параметры Глубина	Кол-во, экз.	Длина раковины, мм		Общая масса, г		Возраст, годы	
		средняя	пределы	средняя	пределы	средняя	пределы
менее 12 м	29	59,5±3,1	16-76	67,6±6,2	1,0-126,8	19,5±1,5	3-30
12-17 м	38	54,5±2,1	14,5-73,0	52,1±4,3	0,9-114,5	19,2±1,4	2-37
более 17 м	45	57,4±0,8	40,0-69,5	55,8±2,6	19,8-112,5	25,1±1,2	7-46

Анализируя общие тенденции роста мерценарии, следует отметить, что наиболее интенсивно моллюски растут на протяжении первых пяти-шести лет жизни. Длина раковины к моменту первой приостановки роста составляет 3,6-3,9 мм, в последующие годы величина линейного прироста возрастает и достигает максимума на 3-4 году – около 8 мм. Затем ежегодные приросты постепенно уменьшаются и у особей старше 11 лет обычно не превышают 2 мм в год (рис. 3). Моллюски, обитающие на разной глубине, до семилетнего

возраста растут почти с равной интенсивностью и характеризуются близкими по значению размерами раковины – около 40 мм (рис. 4), в последующие годы жизни отмечены различия в темпах роста, которые связаны с глубиной обитания. Достаточно высокие темпы роста сохраняются у обитателей верхних горизонтов, по мере увеличения глубины интенсивность роста снижается, что приводит к различию средних размеров одновозрастных особей, которое с увеличением индивидуального возраста организмов возрастает. В результате установленных различий определено, что промысловых размеров (длина раковины 55 мм) мерценария на глубине менее 12 м достигает на 10-11 году жизни, а на горизонтах 12-17 м и более 17 м на 15-м и 18-м гг. соответственно.

Таким образом, батиметрическое различие в интенсивности роста моллюсков приводит к пространственному различию размерного состава в поселении. Известно, что рост двустворчатых моллюсков может существенно зависеть от температуры, солености, состава грунта, волнового воздействия, глубины обитания, фотопериодичности и др. (Золотарев, 1989; Мина, Клевезаль, 1976). Характер роста моллюсков начинает меняться при наступлении половозрелости (Алимов 1981; Голиков, 1976), что отмечено и у мерценарии. В последующие годы жизни на интенсивность роста экологические факторы оказывают существенное влияние. В верхних горизонтах складываются условия для продолжения интенсивного роста, моллюски достигают наиболее крупных размеров в изученном районе. В приглубых участках комплекс факторов способствует наиболее быстрому снижению приростов, в целом моллюски оказываются мельче. Можно отдать предпочтение контролю над скоростью роста именно оптимальным температурам, обеспеченности пищей, колебаниям солености, что возможно и определяет видимый результат. Однако наблюдаемые процессы могут быть следствием приспособленности мерценарии к влиянию волновых воздействий и составу грунта, а именно условия в местах обитания определяют особенности аллометрического роста моллюсков, в результате которого создается форма раковин, адаптированная к этим условиям (Алимов, 1981). Особенности морфологии раковины у разных видов двустворчатых моллюсков в зависимости от условий обитания рассматривались на пресноводных (Алимов, 1981) и морских сублиторальных видах (Селин, 1999). Вероятно, изменения пропорций раковины справедливы и для моллюсков одного вида, обитающих в разных условиях.

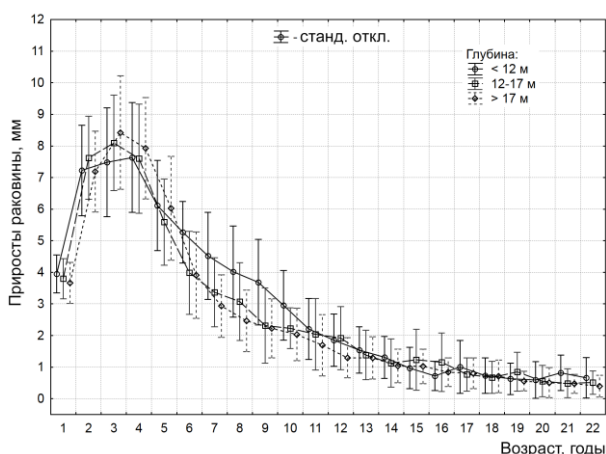


Рис. 3. Кривые среднегодовых линейных приростов раковины мерценарии на разной глубине

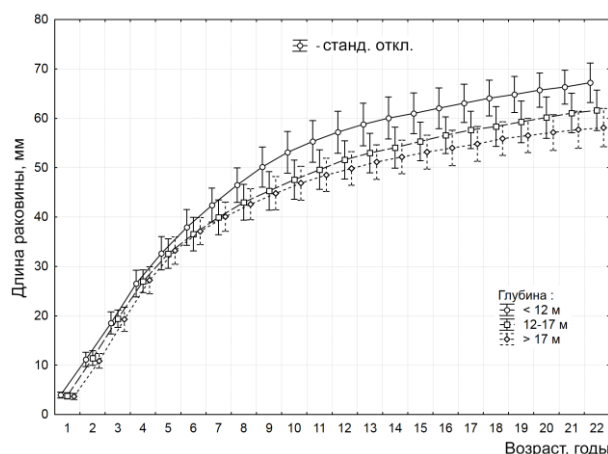


Рис. 4. Кривые группового линейного роста мерценарии на разной глубине

Теперь рассмотрим размерно-возрастной состав поселения мерценарии в б. Десятка по всем неселективным выборкам, сделанным во время съемки. Массовый промер включает 636 особей. Поскольку прямое определение возраста всех животных в выборках трудновыполнимо, процедуру упростили. Для этого на основе ретроспективных

реконструкций роста моллюсков небольших по объему выборок, рассмотренных ранее, построили размерно-возрастные ключи для каждого из трех глубинных горизонтов.

При анализе всей выборки, очевидно, что при увеличении глубины моллюски в целом становятся мельче: модальные группа на горизонтах менее 12 м, 12-17 м и более 17 м имеют значения соответственно 60-70 мм (65,3%), 55-65 мм (63,3%) и 55-60 мм (43,8%) (рис. 5). Также снижаются, хоть и незначительно, средние показатели длины раковины и общей массы особей (табл. 2). Анализ возрастного состава по расчетным данным показал, что на всех горизонтах преобладают особи от 17 до 25 лет, но с увеличением глубины уменьшается их доля с 63 до 41% и появляется больше старовозрастных моллюсков.

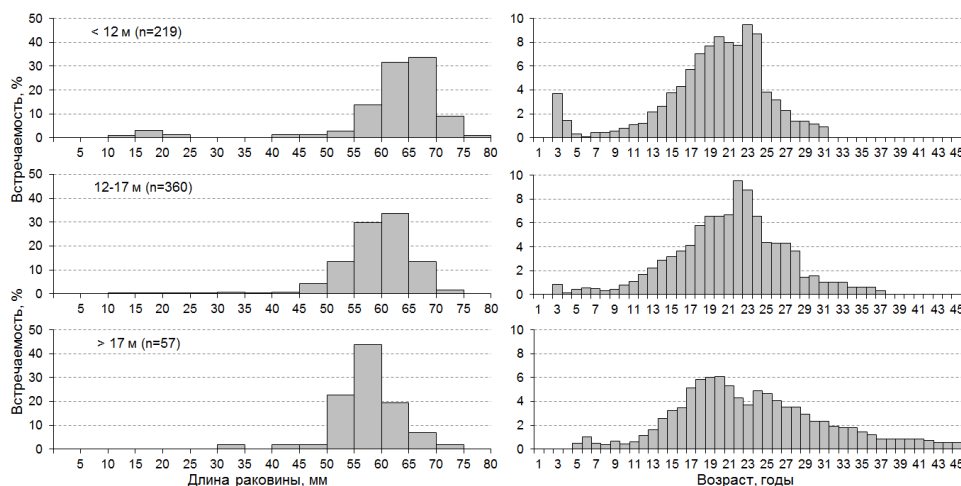


Рис. 5. Размерный (слева) и расчетный возрастной (справа) состав поселения мерценарии в б. Десятка на разной глубине, 2016 г.

Таблица 2. Состав поселения мерценарии в б. Десятка, 2016 г.

Параметры Глубина	Кол-во, экз.	Длина раковины, мм		Общая масса, г		Средний расчетный возраст, годы
		средняя	пределы	средняя	пределы	
менее 12 м	219	61±0,8	12-75	69,3±1,6	0,5-131	19,1
12-17 м	360	58,2±0,4	14-72	56,5±0,9	1,5-115	20,7
более 17 м	57	57,1±0,8	33-73	55,7±2,4	11,5-108	22,7

На всех горизонтах отмечено низкое содержание молодежи, что можно связать с методикой сбора материала, а именно недоучетом молодых мелкоразмерных моллюсков, также это может свидетельствовать об ослабленном пополнении. Низкое содержание молодежи или ее отсутствие в локальных поселениях долгоживущих двустворчатых моллюсков нередкий случай (Буяновский, 2004). Наименьшую продолжительность жизни мерценарии и ее низкое обилие в верхних горизонтах можно объяснить существенной волновой нагрузкой, приводящей к вымыванию моллюсков из грунта и гибели. При ослаблении волновых воздействий с глубиной риск вымывания снижается, гидродинамические условия становятся стабильнее, отмечается постепенное снижение численности особей в последовательно возрастающих возрастных классах.

Поселение мерценарии в б. Десятка сформировано преимущественно крупноразмерными промысловыми особями, возраст моллюсков в среднем составляет 19,1-22,7 лет, максимальный до 46 лет. Интенсивность роста моллюсков при увеличении глубины снижается, что приводит к пространственным различиям размерного состава: в верхних горизонтах поселение формируют наиболее крупноразмерные особи. При увеличении глубины предельные размеры особей снижаются, а продолжительность их жизни возрастает.

Список литературы

- Алимов А.Ф. 1981. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. М.: Изд-во Наука, 248 с.
- Буяновский А.И. 2004. Пространственно-временная изменчивость размерного состава в популяциях двустворчатых моллюсков, морских ежей и десятиногих ракообразных: монография. М.: Изд-во ВНИРО, 306 с.
- Власенко Р.В. 2012. Мерценария Стимпсона в донных сообществах верхней сублиторали некоторых акваторий Приморья. II междунар. науч.-техн. конф.: в 2 ч. «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана». Владивосток: Изд-во Дальрыбвтуз, Ч. I, 64-69.
- Власенко Р.В. 2015. Распределение и ресурсы двустворчатого моллюска мерценарии Стимпсона *Mercenaria stimpsoni* в прибрежных водах Приморья. Известия ТИНРО Том 181, 77-88.
- Власенко Р.В., Калинина М.В. 2015. Половая структура и сроки размножения мерценарии Стимпсона *Mercenaria stimpsoni* (Bivalvia, Veneridae) в северо-западной части Японского моря. Известия ТИНРО 183, 61-70.
- Голиков А.Н. 1976. Некоторые закономерности роста и изменчивости на примере моллюсков. Гидробиологические исследования самоочищения водоемов. Л.: Изд-во АН СССР, 97-118 с.
- Золотарев В.Н. 1989. Склерохронология морских двустворчатых моллюсков. Киев: Изд-во Наукова думка, 112 с.
- Мина М.В., Клевезаль Г.А. 1976. Рост животных. М.: изд-во Наука, 291 с.
- Разин А.И. 1934. Морские промысловые моллюски южного Приморья: монография. М.: Изд-во ОГИЗ; Хабаровск: изд-во ДАЛЬГИЗ, 110 с.
- Селин Н.И. 1999. Пространственное распределение сублиторальных двустворчатых моллюсков в связи с особенностями морфологии раковины. Биология моря 25 (2), 160-162.
- Скарлато О.А. 1981. Двустворчатые моллюски умеренных широт западной части Тихого океана. Л.: Изд-во Наука, 479 с.
- Kubota K., Shirai K., Murakami-Sugihara N., Seike K., Hori M., Tanabe K. 2017. Annual shell growth pattern of the Stimpson's hard clam *Mercenaria stimpsoni* as revealed by sclerochronological and oxygen stable isotope measurements. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 465, 307-315.

Динамика количественной и размерно-возрастной структуры водяного ослика (*Crustacea, Isopoda*) в родниковом озере

Н.Р. Водунон, Р.П. Токинова

Институт проблем экологии и недропользования Академия наук Республики Татарстан, г. Казань
e-mail: vodounonnr@gmail.com

Ключевые слова: водяной ослик, *Asellus aquaticus*, численность, биомасса, размерно-возрастной состав, сезонная динамика, корреляционный анализ, Голубые озера.

Аннотация: Изучены популяционные характеристики *Asellus aquaticus* (численность, биомасса, размерно-возрастной состав) и их сезонные изменения с апреля по октябрь 2016 г. в холодноводном родниковом озере (природный заказник «Голубые озера», Республика Татарстан). Проведен корреляционный анализ зависимости между количественным развитием водяного ослика и его потенциальных врагов, плоских червей и ракообразных.

Водяной ослик *Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758) является одним из представителей отряда равноногих ракообразных (*Crustacea, Isopoda*), наиболее широко распространенным в пресных водоемах. Ему принадлежит важное значение в функционировании экосистем озер и прудов лесной и лесостепной зоны (Бирштейн, 1951). Обладая интенсивным ростом и высокой удельной продукцией, *A. aquaticus* нередко создает популяции со значительной численностью и становится основным кормовым объектом для рыб и других гидробионтов (Панов, 1986; Жемаева, 1988).

Объектом наших исследований является популяция водяного ослика в оз. Большое Голубое. Водоем входит в систему из трех озер, расположенных на территории природного заказника «Голубые озера» (г. Казань, Республика Татарстан) и относящихся к уникальному для Среднего Поволжья типу солоноватых водных объектов. Вода в озере принадлежит к сульфатному классу, отличается повышенной минерализацией (до 2,5 г/л) и высокой прозрачностью (более 17 м) (Уникальные экосистемы..., 2001). Благодаря поступлению подземных вод, Бол. Голубое имеет низкую температуру воды 6-8°C, постоянную на протяжении всего года.

Целью работы является изучение популяционных характеристик *A. aquaticus* (численность, биомасса, размерно-возрастной состав) и анализ их сезонной динамики в зависимости от факторов окружающей среды (низкая температура воды, пресс хищников).

Наблюдения над популяционными характеристиками *A. aquaticus* осуществлялись в южной части оз. Бол. Голубое, в биоценозе хары *Chara contraria* A. Braun ex Kutzing, 1845. Ценозам последней принадлежит ведущая роль в формировании растительного покрова озера. Сбор водяных осликов проводился ежемесячно с апреля по октябрь 2016 г., с помощью дночерпателя Петерсона (площадь захвата 0,025 м²) в трех повторностях. Промывка проб велась через газ №21. Материал фиксировался 70% этанолом. В лаборатории определялись биомасса рачков в пробе, пол и размеры рачков. Длина тела измерялась как линейное расстояние от передней части головы до кончика плеотельсона на прижатых покровным стеклом экземплярах в капле глицерина. Замеры проводились на светооптическом микроскопе с помощью окулярмикрометра. Статистическая обработка материала осуществлялась в программах Excel 07 и Statistica 9.0.

В период наблюдений численность и биомасса *A. aquaticus* в оз. Бол. Голубое достигали весьма высоких значений, изменяясь в пределах 1,5-12,1 тыс. экз./м² и 16,31-38,23 г/м², с максимумами в июне и июле (рис. 1). На протяжении всего периода, *A. aquaticus* оставался видом-доминантом среди беспозвоночных биоценоза харовых водорослей. При

этом относительная доля вида в общей численности и биомассе макрозообентоса составляла 72% и 64%, соответственно (в среднем за сезон).

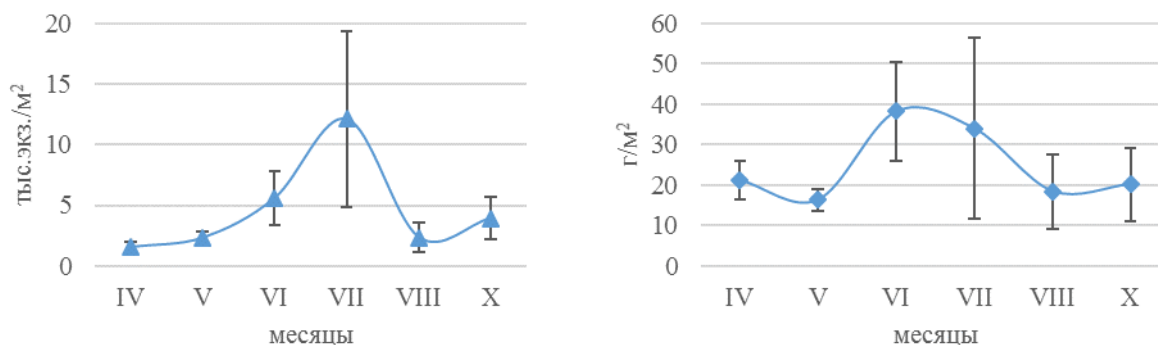


Рис. 1. Сезонная динамика численности (слева) и биомассы (справа) *A. aquaticus* в оз. Бол. Голубое

Размеры тела изученных экземпляров соответствуют размерам, характерным для данного вида (Бирштейн, 1951). Самцы крупнее самок; максимальный размер их тела достигает 11,3 мм. Максимальный размер тела самок – 9,1 мм. В период с апреля по октябрь более многочисленны рачки с длиной тела 6-8 мм (табл. 1). Наиболее крупные особи, с длиной тела 10-12 мм, встречались преимущественно весной, в апреле-месяце, что может указывать на рост рачков, продолжающийся и в осенне-зимний период. Мелкоразмерные особи с длиной тела не более 5 мм присутствовали во всех выборках, начиная с апреля по октябрь (табл. 1).

Табл. 1. Сезонная динамика размерно-возрастного состава *A. aquaticus* (в %) в оз. Бол. Голубое

Размерные классы (мм)	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Октябрь
0,1-3,0	0	0	0,52	0,13	0	0,41
3,1-4,0	0	0,98	0,52	0,38	1,3	3,7
4,1-5,0	6,03	11,76	2,59	4,09	0,65	4,12
5,1-6,0	6,9	19,61	11,4	10,66	3,25	5,76
6,1-7,0	10,34	33,33	40,41	31,73	38,96	13,17
7,1-8,0	29,31	15,69	26,94	30,33	36,36	31,69
8,1-9,0	12,93	12,75	16,06	15,48	13,64	27,57
9,1-10,0	12,07	4,9	1,55	6,98	5,19	13,58
10,1-12,0	22,41	0,98	0	0,13	0,65	0

Врагами водяных осликов являются рыбы, многие хищные насекомые (клопы, жуки-плавунцы, личинки стрекоз и др.) и некоторые ракообразные (Бирштейн, 1951). Однако, в своеобразных условиях Голубых озер, спектр гидробионтов, представляющих опасность для водяных осликов сильно сокращается. Ихтиофауна здесь полностью отсутствует, а из насекомых хищные виды присутствуют лишь среди мелких личинок двукрылых насекомых семейства *Chironomidae*. Питаться осликами способны плоские черви (*Polycelis tenuis*, *Dendrocoelum lacteum* и *Planaria torva*), которые являются активными хищниками (Reynoldson, 1983) и встречаются в биоценозе хары. Возможно, часть молодых рачков может элиминироваться всеядным ракообразным *Gammarus pulex*, весьма обычным в биоценозах Голубых озер (Уникальные экосистемы..., 2001).

Анализ корреляционной зависимости между численностью осликов и его потенциальных врагов (рис. 2) показал положительные коэффициенты корреляции Спирмена но с незначимым уровнем достоверности ($p\text{-level} > 0,05$; $R=0,78$ – с плоскими червями; $R=0,42$ с численностью *G. pulex*). Положительное значение коэффициента Спирмена, учитывая незначимый уровень $p\text{-level}$, не позволяет сделать выводы о заметном влиянии бокоплавов и плоских червей на количественные показатели популяции *A. aquaticus* в оз. Бол. Голубое.

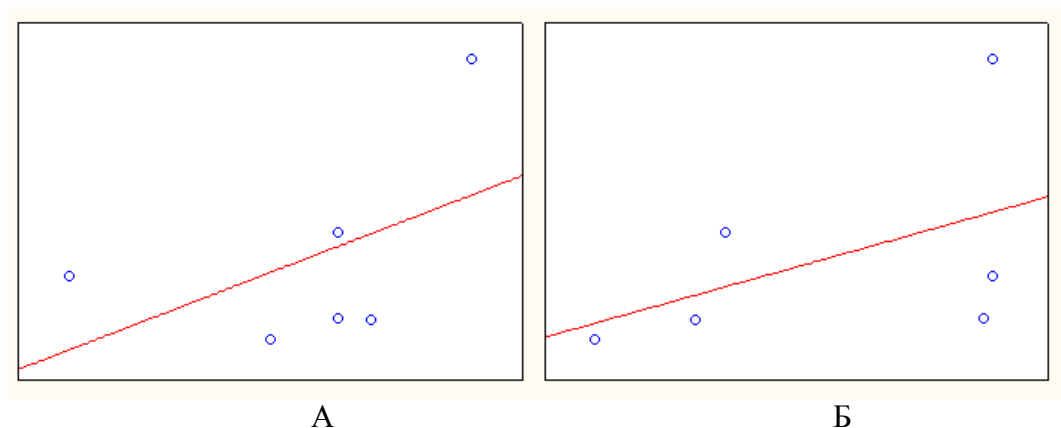


Рис. 2. График корреляционного анализа ($p\text{-level} > 0,05$): А – между численностью *A. aquaticus* и *G. pulex*; Б – между численностью *A. aquaticus* и плоскими червями

Таким образом, в биоценозе харовых водорослей *Chara contraria* (оз. Бол. Голубое) на протяжении всего вегетационного периода, *A. aquaticus* является доминирующим видом среди беспозвоночных. В условиях стабильно низкой температуры родниковых вод (не превышающей в летние месяцы $10\text{ }^{\circ}\text{C}$) популяция водяных осликов достигает максимальной численности 12 тыс. экз/м² и биомассы 38 г/м² в июне-июле.

В исследованной популяции осликов максимальные отмеченные размеры для самок составляют 9,1 мм, для самцов 11,3 мм. Мелкоразмерные неполовозрелые особи (до 5 мм) присутствуют во всех выборках, начиная с середины апреля и по октябрь.

Анализ корреляционной зависимости (коэффициент корреляции Спирмена) между численностью осликов и его потенциальных врагов не подтвердил существование отрицательного корреляционного влияния ракообразных *G. pulex* и плоских червей на количественные показатели популяции *A. aquaticus* в оз. Бол. Голубое.

Список литературы

- Бирштейн Я.А. 1951. Пресноводные ослики (*Asellota*). Ракообразные. М.-Л.: Изд-во АН СССР Том VII. Вып. 5. Фауна СССР., 144 с.
- Жемаева Н.П. 1988. *Asellus aquaticus* L. и *Gammarus pulex* L. как объекты интродукции в рыбоводные пруды. Автореф. дисс. канд. биол. наук. М.: 23 с.
- Панов В.Е. 1986. Рост и продукция *Asellus aquaticus* (L.) в прибрежных зарослях Невской губы Финского залива. Исследования пресноводных и морских беспозвоночных животных. Труды Зоологического института. Л.: АН СССР 152, 142–161.
- Токинова Р.П., Бердник С.В., Буторова Л.Е., Любарский Д.С., Андреева М.Г., Абрамова К.И., Любин П.А. 2017. Биоразнообразие Голубых озер Приказанья. Российский журнал прикладной экологии 4, 16–20.
- Уникальные экосистемы солоноватых карстовых озер Среднего Поволжья. 2001. под ред. А.Ф. Алимова и Н.М. Мингазовой. Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 256 с.
- Reynoldson T.B. 1983. The Population Biology of Tubellaria with Special Reference to the Freshwater Triclad of the British Isles. *Advances in Ecological Research* 13, 235–326.

Рыбоводно-биологические характеристики и влияние температурного режима на продолжительность процесса гаметогенеза у самок сибирского осетра

А.П. Воробьев

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»),
пос. Рыбное
e-mail: innovazii-vniiprh@mail.ru

Ключевые слова: сибирский осётр, самка, межнерестовый период, градусо-дни, сумма тепла, оогенез, ооцит.

Аннотация. Представлены результаты исследований воздействия температуры воды на оогенез сибирского осетра ленской популяции в межнерестовый период и ее влияния на продолжительность развития ооцитов при содержании самок в условиях индустриальных хозяйств.

Показано, что изменения температурного режима при содержании рыбы и пропуск нереста больше всего влияют на продолжительность репродуктивных циклов. При созревании самок и развитии половых клеток в межнерестовый период наиболее продолжительной является II стадия зрелости.

Численность осетровых рыб в естественных водоёмах непрерывно снижается (Васильева, 2015). В связи с этим в последние десятилетия одним из перспективных направлений в аквакультуре стало развитие индустриального осетроводства, основой которого является формирование маточных стад и организация искусственного воспроизводства.

Вследствие изменяющейся экологической обстановки в задачу искусственного воспроизводства входит изучение особенностей развития половых клеток у осетровых рыб в период созревания и в течение годового полового цикла. Эти знания дадут возможность оптимизировать технологические процессы и направлять развитие в нужном для человека направлении. При этом для прохождения отдельных звеньев репродуктивного цикла можно создавать необходимые условия, способствующие стабильности созревания самок осетровых рыб. Гистологический анализ половых желез является одним из важных методов изучения репродуктивной функции. Из литературных источников (Казанский, 1956; Фалеева, 1965, 1967; Кошелев, 1984; Шихшабеков и др., 2007; Чмилевский, 2016) известно, что ритм размножения у рыб находится в прямой зависимости от температурного фактора. Он подвержен большим колебаниям – это изменение длительности развития половых клеток и скорости прохождения отдельных стадий зрелости. В естественных условиях после прохождения нереста у всех видов рыб обычно проходит процесс резорбции пустых фолликулов и не выметанных икринок. Это считается нормальным физиологическим явлением, даже в том случае, когда самки не могут отнереститься по тем или иным причинам, имея готовые половые продукты (процесс резорбции зрелых ооцитов). Как уже говорилось, скорость прохождения резорбции икры находится в прямой зависимости от температурных условий. Низкая температура может затянуть время наступления созревания, и в то же время действие повышенных температур приводит в дальнейшем к снижению процента оплодотворения икры из-за перезревания и к повышенному отходу при оплодотворении и инкубации.

Материал и методы исследований. Работы выполнялись на базе отдела "Конаковский", а также в прудах опытного селекционно-племенного хозяйства «Якоть» филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ "ВНИИПРХ" (ВНИРО).

Объектом исследований являлись самки сибирского осетра ленской популяции шестого поколения доместикации генерации 2008 г. в количестве 40 особей.

Отбор половых продуктов проводили методом биопсии, фиксировали в жидкости Серра для определения коэффициента поляризации ядра ооцитов и в 70% спирте для дальнейшей гистологической обработки и уточнения стадии зрелости (Ромейс, 1953; Гинзбург и др., 1969; Микодина и др., 2009).

Результаты. В марте 2017 года в ходе эксперимента были смоделированы различные температурные условия для разных групп самок. Первая (контроль) и вторая (опыт) группы были размещены в бетонных бассейнах отдела «Конаковский». Сумма тепла при содержании данных групп к сентябрю составила 4541 градусо-дней. Третья группа (комбинированное содержание) находилась в различных условиях (бассейн-пруд-бассейн). Сумма тепла составила 3616 градусо-дней. Самки четвертой группы содержались в бассейне цеха длительного выдерживания УЗВ, сумма тепла в котором составила 2445 градусо-дней за тот же период. В дальнейшем самок третьей и четвертой групп перевели в прямоточные бассейны с технологической температурой воды, что позволило к концу года довести общую сумму тепла у первых двух групп до 5592, третьей – 4910 и четвертой – 2741 градусо-дней. Всего в эксперименте приняли участие 20 самок сибирского осетра средней массой 12 кг (9,0-14,6), имеющих IV стадию зрелости гонад.

Биопсийные пробы для определения стадии зрелости половых продуктов отбирались у всех самок на протяжении всего периода экспериментальных работ.

У самок всех групп, независимо от того, участвовали они в нересте или нет, был выявлен значительный диапазон колебаний временного интервала прохождения половых циклов, а также наблюдался процесс резорбции ооцитов.

Продолжительность процесса резорбции (VI-II ст.) у четырех самок из опытной группы составила 90 сут при температуре воды 22,7 °С с суммой тепла 2042 градусо-дней и 60 сут при средней температуре 21,5 °С и сумме тепла 1288 градусо-дней у пятой самки из этой опытной группы.

Три самки из группы комбинированного содержания прошли процесс резорбции за 150 сут при температуре 17,7 °С и полученной сумме тепла 2621 градусо-дней. У одной самки этот процесс занял 330 сут при 4443 градусо-днях и 13,5 °С, у пятой он затянулся до 360 сут при сумме тепла 4823 градусо-дней и средней температуре 13,4 °С.

Самкам четвертой группы, содержавшимся в бассейне цеха длительного выдерживания УЗВ, потребовалось 270 сут при сумме тепла 2827 градусо-дней и средней температуре 10,5 °С.

В 2018 г. в процессе оогенеза у этих групп рыб в межнерестовый период наблюдалось асинхронное развитие новой генерации икры.

В начале нового нерестового периода самки контрольной и опытной групп находились на разных стадиях зрелости ооцитов. Из самок, не участвующих в нересте, созрело 40%, а из участвующих – 20%. Остальные самки находились на III стадии зрелости.

В ноябре 2017 года было отобрано 20 самок сибирского осетра, из той же генерации 2008 г., средней массой 11,4 (9,0-15,5) кг для повторения эксперимента по влиянию температуры воды на продолжительность оогенеза. Из этих особей сформировали две группы – контрольную и опытную по 10 рыб в каждой.

Закономерность развития половых клеток в годовом цикле данных групп была более ярко выражена. Например, в контрольной группе пятидесяти процентам самок для прохождения резорбции потребовалось 120 сут при средней температуре воды 16,5 °С и сумме тепла 1985 градусо-дней. Ещё тридцати процентам потребовалось 90 сут при температуре 19,4 °С и сумме тепла 1743 градусо-дней. Оставшимся двадцати процентам особей для прохождения VI-II стадий при более низкой температуре воды 10,4 °С и общей сумме тепла 622 градусо-дней потребовалось меньше времени, всего 60 сут.

Семидесяти процентам самок из экспериментальной группы при средней температуре 22,5 °С и сумме тепла 2033 градусо-дней для прохождения резорбции потребовалось 90 сут, двадцати процентам – 60 сут, при сумме тепла 1363 градусо-дней и средней температуре 22,7°С. В то же время одной из самок (10%) при температуре 22,6 °С потребовалось 2716 градусо-дней – резорбция продолжалась 120 сут.

В нерестовой кампании 2019 года участвовали самки из контрольной группы 2018 г., опытной группы 2017 г. и группы комбинированного содержания. От 3 самок контрольной группы средней массой 12,7 кг было получено 4,6 кг икры, процент оплодотворения составил 80%, выход свободных эмбрионов – 41,1%. От 2 самок опытной группы средней массой 14,5 кг было получено 5,3 кг икры, процент оплодотворения составил 71,5%, выход свободных эмбрионов – 40,5%. От самки группы комбинированного содержания массой 14,4 кг было получено 1,65 кг икры, процент оплодотворения составил 80,5%, выход свободных эмбрионов – 35,6%. Все рыбоводно-биологические характеристики соответствовали общепринятым нормам и не выходили за рамки средних показателей по заводу.

Исследования показали, что пропуск нереста при сумме тепла более 5500 градусо-дней не оказывает значительного отрицательного воздействия на формирование новой генерации ооцитов к следующему нерестовому периоду за исключением потери половых продуктов (за счет их резорбции).

Изменения температурного режима при содержании рыбы и пропуск нереста больше всего влияют на продолжительность протекания репродуктивных циклов. Следует отметить, что при созревании самок и развитии половых клеток в межнерестовый период наиболее продолжительной является II стадия.

Результаты исследований развития половых клеток в годовом цикле показали, что у одних особей эти процессы протекают более интенсивно, половые железы переходят в IV стадию за один вегетационный период и самки выходят с готовыми половыми продуктами в нормальные для хозяйства нерестовые сроки (январь-февраль). Для этого им требуется около 5600 градусо-дней. У других самок, находящихся в идентичных условиях, эти процессы находятся в начальных фазах трофоплазматического роста II-III стадии, и только ранней весной начинается второй этап – развитие интенсивного вителлогенеза – и половые железы переходят в IV стадию при сумме тепла 6741 градусо-дней.

Выводы. На основании проведённых исследований можно сделать предварительные выводы:

- у самок сибирского осётра прохождение половых циклов имеет свои особенности, стадии оогенеза занимают разный временной интервал, на который большое влияние оказывает температура воды;
- процесс развития ооцитов в межнерестовый период протекает интенсивнее при более высокой температуре воды, что положительно сказывается на годовой динамике их развития;
- изменение температурного режима в сторону понижения при пред- и посленерестовом содержании производителей оказывает отрицательное воздействие на прохождение половых циклов;
- пропуск нереста у осетра вызывает потерю половых продуктов в первый нерестовый период, но не оказывает значительного воздействия на окончание процесса оогенеза в следующий период, повторно созревает до 80% (40-80%) самок, пропустивших нерестовый период, против 60% (42,9-60%) самок, участвующих в нересте;
- при прохождении оогенеза в период созревания и развития половых клеток в межнерестовый период наиболее продолжительной является II стадия;
- при прохождении стадии резорбции ооцитов наблюдается снижение массы тела, которая восстанавливается с началом их трофоплазматического роста.

Список литературы

Васильева Л.М. 2015. К вопросу о современном состоянии осетроводства в России. Материалы Международной научно-практической конференции «Системный анализ и

моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии агропромышленного комплекса». Воронеж, 321-326.

Гинзбург А.С., Детлаф Т.А. 1969. Развитие осетровых рыб. Созревание яиц. Оплодотворение и эмбриогенез. М.: Изд-во «Наука», 134 с.

Микодина Е.В., Седова М.А., Чмилевский Д.А., Микулин А.Е., Пьянова С.В., Полуэктова О.Г. 2009. Гистология для ихтиологов. Опыт и советы. М.: изд-во ВНИРО, 112 с.

Казанский Б.Н. 1956. Оогенез и адаптации связанные с размножением у рыб. Автореф. дис. Д-ра биол. наук. 36 с.

Кошелев Б.В. 1984. Экология размножения рыб. М.: Изд-во «Наука», 309 с.

Ромейс Б. 1953. Микроскопическая техника. М.: Изд-во «Иностранная литература», 718 с.

Фалеева Т.И. 1965. Анализ атрезии овоцитов у рыб в связи с адаптивным значением этого явления. Вопросы ихтиологии 5(3(36)), 455-470.

Фалеева Т.И. 1967. Биологическое значение и функциональный механизм атрезии овариальных фолликулов у рыб. Обмен веществ и биохимия рыб. 59-64.

Чмилевский Д.А. 2016. Оогенез рыб в норме и при экстремальных воздействиях. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 156 с.

Шихшабеков М.М., Рабазанов Н.И., Адуева Д.Р. 2007. Причины, последствия и биологическое значение резорбционных процессов в яичниках рыб. Материалы докладов Международной научно-практической конференции «Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биол. ресурсов в 21 веке». Астрахань, 125-127.

Влияние гуминовых веществ на выживаемость и трофическую активность дафний в острых экспериментах

О.В. Воробьева^{1,2}, В.В. Тихонов¹

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва

² ФГБНУ «ВНИРО»

e-mail: olvorobieva@rambler.ru

Ключевые слова: гуминовые кислоты, биотестирование, *Daphnia magna*, выживаемость, трофическая активность.

Аннотация: представлены данные по влиянию гуминовых кислот на ракообразных *Daphnia magna* в короткосрочных экспериментах.

Гуминовые вещества (ГВ) обладают биологической активностью по отношению к широкому кругу организмов (Попов, 2004), в т.ч. к дафниям (Pflugmacher et al., 2001, Timofeev et al., 2004). В водных пресноводных экосистемах ГВ выступают в качестве регулятора сообществ, при этом известно прямое и косвенное действие ГВ на живые системы (Jones, 1992). Влияние ГВ в качестве непрямого регулятора трофической активности изучено мало. Целью работы было изучить влияние гуминовых веществ на выживаемость и трофическую активность дафний в острых экспериментах в дистиллированной воде, моделирующей олиготрофные водные системы. Гуминовые вещества в исследованиях были представлены гуминовой кислотой (ГК) фирмы Aldrich (cas № 1415-93-6), растворенной в 0,01 М NaOH и доведенной до pH 6 с помощью 1 М HCl. Исследования проводили на лабораторной культуре пресноводных рачков *D. magna* (Anomopoda, Daphniidae), широко используемых в биотестировании и водной токсикологии для оценки антропогенных воздействий. Партеногенетических самок культивировали в соответствии с общепринятыми методическими указаниями (ЕРА, 2002; Жмур, 2007). Для проведения экспериментов готовили серию растворов ГК на дистиллированной воде. Рачков в возрасте до 24 ч помещали в опытные стаканы исследуемых концентраций из расчета 10 особей на 100 мл раствора в трехкратной повторности. Таким образом, общая выборка молодежи дафний для исследования одной концентрации составляла 30 особей. В качестве контроля использовали дафний из того же помета, что и опытная выборка, находящихся в дистиллированной воде без добавления исследуемого вещества. В ходе опытов растворы не меняли. Во время опытов рачков не кормили. Наблюдения продолжались в режиме острого опыта в течение 96 ч. Исследовалась выживаемость. После окончания эксперимента исследовалось влияние ГК на изменение трофической активности дафний. Для этого дафний из эксперимента, инкубированных в течение 4 сут в ГК, переносили в опытные стаканы с чистой водой объемом 20 мл с известным содержанием кормовой водоросли *Chlorella vulgaris* (повторность каждой серии четырехкратная). Численность клеток измеряли по флуоресценции хлорофилла а микроводорослей на импульсном флуориметре Smart два раза - перед посадкой дафний и через два часа после (Matorin et al., 2009, Конюхов, Воробьева, 2009). Трофическую активность оценивали по формуле: $\ln(C_0/C_t) \cdot V / (n \cdot t)$, где C_0 – начальная концентрация водорослей, условные единицы, C_t – концентрация водорослей через время t , условные единицы, t – длительность эксперимента, (2 часа), V – объем раствора (20 мл), n – выборка дафний (5 особей). Результаты выживаемости дафний в растворах ГК в течение 96 ч эксперимента представлены на левом рисунке (А). Статистически-значимая гибель дафний (больше 10%) наблюдалась при концентрациях 0,01, 100 и 1000 мг/л. Трофическая активность дафний значительно снижалась при концентрациях 0,1, 10, 100 и 1000 мг/л (рис. 1Б).

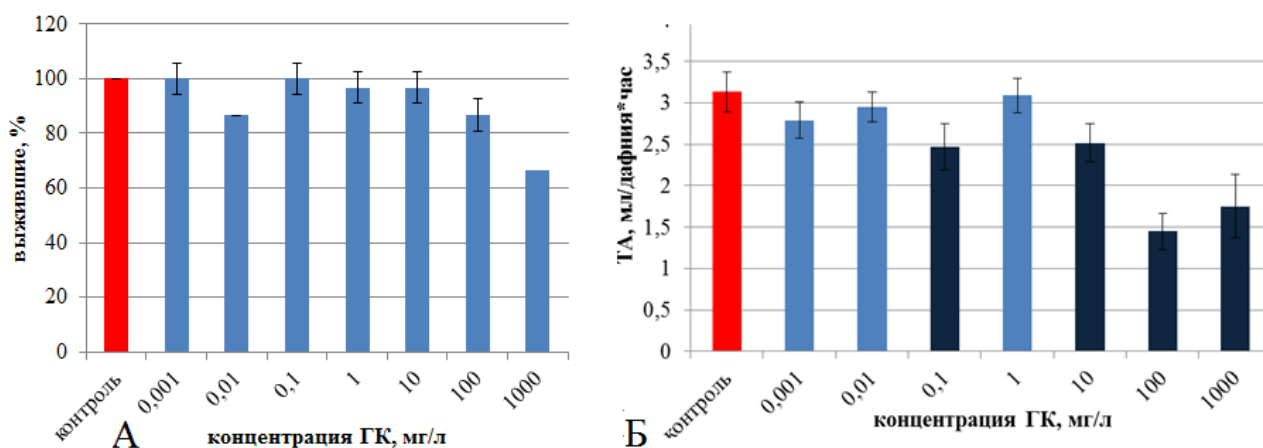


Рис.1. Выживаемость (А) и трофическая активность (Б) дафний в присутствии гуминовых кислот

Показана нелинейная зависимость снижения трофической активности и выживаемости с увеличением концентрации. Это может быть объяснено разнонаправленностью эффектов ГК – токсический эффект может быть частично скомпенсирован дополнительным источником питания, которым могут являться ГК (Bouchnaka, Steinberg, 2010). Ранее было показано, что разные по размеру фракции ГК, могут обладать различной биологической активностью по отношению к организмам (Musculo et al., 2006, Тихонов и др., 2011) и, возможно, нелинейная зависимость токсичного эффекта ГК связана с ее полидисперсностью и гетерогенностью.

В исследованиях показана функция ГК, регулирующая трофическую активность водных беспозвоночных в олиготрофных водоемах по отношению к фитопланктону. Снижая трофическую активность дафний, гуминовые вещества помогают закрепить вещество и энергию в экосистеме, например, при резком поступлении биофильных элементов. Таким образом, при наличии гуминовых веществ возникает более стабильная система с большим количеством трофических звеньев, что в последствии приводит к большему биоразнообразию.

Работа осуществлена при поддержке РНФ проект № 18-74-00088.

Список литературы

- Жмур Н.С. 2007. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. (ФР 1.1.39.2007–03–222). – 2–е изд., испр. и доп. – М.: АКВАРОС. 52 с.
- Конюхов И.В., Воробьева О.В. 2013. Определение трофической активности рачков *Daphnia magna* Straus на флуориметре Mega-25. Вода: химия и экология 12, 79-83.
- Попов А.И. 2004. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та., 248 с.
- Тихонов В. В., Бызов Б. А., Завгородняя Ю. А., Демин В.В. 2011. Дождевые черви – преобразователи структуры и биологической активности гуминовых веществ. Известия Российской академии наук. Серия биологическая 1, 24–32.
- Bouchnaka R. Steinberg С.Е.В. 2010. Modulation of longevity in *Daphnia magna* by food quality and simultaneous exposure to dissolved humic substances. Limnologica 40 (2), 86-91.
- EPA-821-R-02-012 Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms.
- Jones RI. 1992. The influence of humic substances on lacustrine planktonic food-chains. Hydrobiologia 229, 73–91.

Matorin D.N., Bratkovskaya L.B., Yakovleva O.V., Venediktov P.S. 2009. Biotesting of water toxicity according to the ratio of microalgae consumption by daphnia detected with chlorophyll fluorescence. *Moscow University Biological Sciences Bulletin* 64(3), 115-120.

Muscolo A., Sidari M., Attinà E., Francioso O., Tugnoli V., Nardi S. 2006. Biological activity of humic substances is related to their chemical structure. *Soil science society of America journal* 71, 75–85.

Pflugmacher S., Tidwell L.F., Steinberg C.E.W.. 2001. Dissolved humic substances can directly affect freshwater organisms. *Acta Hydrochimica and Hydrobiologica* 29, 34–40.

Timofeyev M.A., Wiegand C., Burnison B.K., Shatlina Z.M., Pflugmacher S., Steinberg C.E.W.. 2004. Impact of natural organic matter (NOM) on freshwater amphipods. *Science of the total environment* 319, 115–121.

Биологические характеристики резервных объектов Каспийского моря

Д.А. Гаврилова, Т.С. Зубкова, А.А. Асейнова

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань
e-mail: z4039@yandex.ru

Ключевые слова: обыкновенная килька, атерина, кефаль, морские сельди, биологические характеристики, состояние запасов, резервные объекты промысла.

Аннотация: в настоящее время в Каспийском море имеются слабо используемые промыслом виды рыб, которые обладают высокой промысловой биомассой. В статье приводятся основные биологические характеристики (возрастная структура, линейно-весовой и половой состав популяций, распределение концентраций) таких резервных объектов, как атерина, кефаль, обыкновенная килька, долгинская сельдь, каспийский и большеглазый пузанки, по результатам научного мониторинга за период 2014-2018 гг., обосновывающие возможность наращивания промыслового изъятия.

В Каспийском море обитают многочисленные стайные пелагические рыбы, короткоциклические и обладающие высокой воспроизводительной способностью. К ним относятся: обыкновенная килька, атерина, кефаль и морские мигрирующие сельди (долгинская сельдь, каспийский и большеглазый пузанки). За несколько десятилетий полного отсутствия или слабой промысловой нагрузки их популяции пришли в равновесное состояние, выражающееся повышением доли старшевозрастных рыб и стабильной размерно-весовой и половой структурой. Низкое освоение видов связано с отсутствием специализированного промысла (атерина), новых орудий и способов лова (обыкновенная килька), низкой интенсивностью промысла (морские сельди), а также слабо развитой рыбодобывающей и рыбоперерабатывающей инфраструктурой.

Атерина каспийская — *Atherina mochon caspia* (Risso, 1826) – эндемичный вид, повсеместно распространённый в Каспийском море. Это стайная, пелагическая рыба небольших размеров (до 140 мм длиной), эвригалинная и эвритермная на всех этапах онтогенеза (Берг, 1949).

В период с 2014 по 2018 гг. на российской акватории Каспия мониторинг состояния запасов атерины показал, что средняя длина её варьировала от 8,1 до 8,6 см при колебаниях массы от 4,9 до 5,8 г. Линейно-весовые показатели составляли в среднем 8,4 см и 5,5 г.

Атерина характеризовалась высокими коэффициентами упитанности по Фультону (0,89-0,94), свидетельствующими о достаточной кормовой обеспеченности. Соотношение полов в популяции было примерно равным, но преобладали самки, доля которых находилась в пределах от 53 до 59 % (в среднем 56 %).

Возрастная структура популяции атерины в рассматриваемые годы была представлена семью генерациями особей от 0+ до 6 лет при доминировании двухгодовиков. Средний возраст рыб в многолетнем аспекте стабилен – 3,1 года (табл. 1).

Таблица 1. Динамика биологических показателей атерины

Годы	Длина, см	Масса, г	Упитанность по Фультону	Доля самок, %	Средний возраст, лет
2014	8,4	5,3	0,89	54	3,2
2015	8,6	5,7	0,90	58	3,2
2016	8,1	4,9	0,92	53	3,0
2017	8,4	5,6	0,94	57	2,8

2018	8,5	5,8	0,94	59	3,1
Ср. 2014-2018	8,4	5,5	0,92	56	3,1

В весенний период отмечалась нерестовая миграция атерины в мелководную северную часть Каспийского моря. Икрометание рыб продолжалось с апреля по август. Уловы сеголетков составляли 60-75 экз./час траления при среднем показателе 67 экз./час траления. Наблюдаемый уровень воспроизводства свидетельствовал о достаточном пополнении и равновесном состоянии популяции.

Биомасса промыслового запаса атерины в течение пяти лет находилась в диапазоне от 38,2 до 42,4 тыс. т. Динамика численности указывала на благополучное состояние популяции и значительный резерв для освоения запасов.

В настоящее время атерина является основным приловом при промысле обыкновенной кильки ставными неводами. В 2014-2018 гг. по экспертной оценке вылов атерины варьировал от 34,6 до 60,6 т, в среднем 46,7 т. В то же время по данным промысловой статистики уловы этого вида за указанный период не превышали 10,7 т при среднем показателе 4,4 т. Несовпадение экспертной и фактической величин прилова атерины отражает проблему организации промысла. Налаживание рынка сбыта атерины при условии развития килечного промысла ставными неводами позволит увеличить освоение её запасов и довести вылов до рекомендованной величины, которая на 2020 г. установлена в объёме 7,0 тыс. т.

Сингиль *Liza aurata* (Risso, 1810) – эвригалинный, чувствительный к понижению температуры воды вид семейства кефалевых рыб, акклиматизированный в Каспийском море. Зимует в южной части моря, в марте по мере прогрева вод начинает мигрировать вдоль мелководий восточного и западного побережий сначала в Средний, затем в Северный Каспий (Казанчев, 1981).

На протяжении 2014-2018 гг. промысловое стадо сингиля было представлено рыбами от 24 см 0,2 кг до 52 см 1,8 кг. Средняя длина особей составляла 38,8 см, средняя масса – 0,90 кг. Накормленность сингиля характеризовалась коэффициентом упитанности по Фультону, в пределах 1,48 – 1,58 при среднем 1,54.

Ежегодно в уловах сингиля преобладали самки в количестве от 71 до 80% (в среднем 76%). Уловы включали девять возрастных групп рыб промыслового размера (2-10 лет). Средний возраст составлял 5,9 лет (табл. 2).

Таблица 2. Динамика биологических показателей сингиля

Годы	Длина, см	Масса, кг	Упитанность по Фультону	Доля самок, %	Средний возраст, лет
2014	38,8	0,92	1,58	79	6,0
2015	38,4	0,89	1,57	80	5,8
2016	38,5	0,86	1,51	71	5,7
2017	39,0	0,88	1,48	76	6,1
2018	39,1	0,90	1,51	74	6,0
Ср. 2014-2018	38,8	0,90	1,54	76	5,9

За рассматриваемый период размеры двухгодовиков составляли в среднем 25,8 см при 0,31 кг; трёхгодовиков – 30,9 см при 0,50 кг; четырёхгодовиков – 34,4 см при 0,64 кг; пятигодовиков – 37,1 см при 0,74 кг; шестигодиников – 38,7 см при 0,90 кг; семигодовиков – 40,4 см при 0,99 кг; восьмигодовиков – 43,0 см при 1,13 кг; девятигодовиков – 46,9 см при 1,27 кг; десятигодовиков – 49,6 см при 1,67 кг (рис. 1, 2).

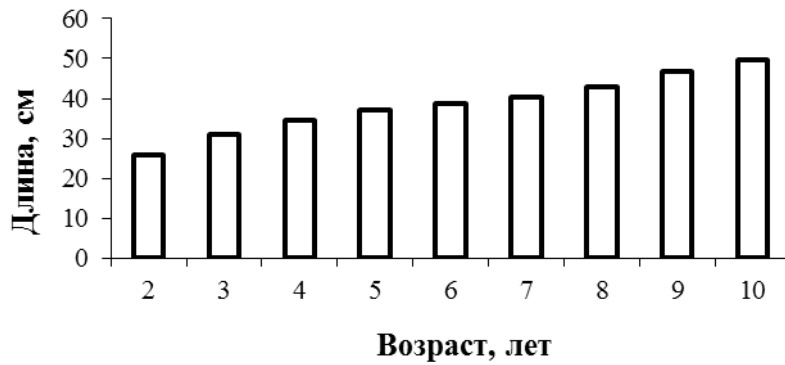


Рис. 1. Линейный рост кефали в 2014-2018 гг.

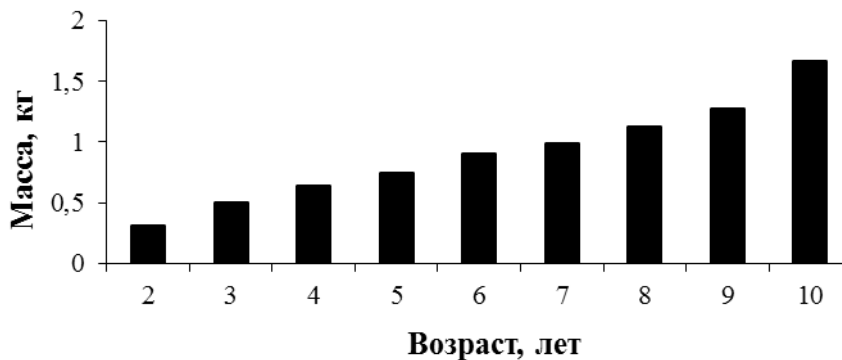


Рис. 2. Весовой рост кефали в 2014-2018 гг.

Сроки размножения сингиля были продолжительными (летне-осенний период), что характерно для популяции этого вида. Численность поколений 2014-2018 гг. рождения варьировала от 98,0 до 101,9 млн экз., в среднем 100,0 млн экз. Высокая репродуктивная способность рыб в сочетании с другими факторами являлась основой сохранения общей численности популяции и поддержания промыслового запаса сингиля на многолетнем уровне.

Со времени вселения в Каспийском море популяция кефали не подвергалась воздействию интенсивного лова, в связи с чем, её запасы в значительной мере недоиспользовались. С 2014 по 2018 гг. величина промыслового запаса сингиля изменялась незначительно - в пределах от 9,70 до 10,18 тыс., составляя в среднем 9,97 тыс. т.

Существующий российский кефалевый промысел в Каспийском море сосредоточен в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне (дагестанское побережье). Уловы сингиля за последние пять лет варьировали от 496 (2014 г.) до 811,5 т (2016 г.). Величина освоения запасов составляла около 30%, что обусловлено, прежде всего, неэффективной организацией промысла. Средний показатель добычи (672 т) при установленном объеме рекомендованного вылова 2,5 тыс. т свидетельствует о том, что имеется значительный промысловый резерв. Следовательно, сингиль является перспективным объектом промысла, и в ближайшее время возможно увеличение добычи этого вида кефалевых рыб.

Морские сельди. Наиболее массовые виды каспийских сельдей – долгинская сельдь *Alosa braschnikowii braschnikowii* (Borodin, 1904), каспийский пузанок *Alosa caspia caspia* (Eichwald, 1838), большеглазый пузанок *Alosa saposchnikowii* (Grimm, 1887) являются резервными объектами промысла в Каспийском море. Эти виды относятся к группе мигрирующих сельдей, которые для икрометания мигрируют из южной части моря в северную. В настоящее время долгинская сельдь, каспийский и большеглазый пузанки имеют промысловое значение во время их весенней нерестовой миграции вдоль дагестанского побережья.

В 2018 г. российский промысловый запас долгинской сельди составил 22,4 тыс. т, большеглазого пузанка 9,3 тыс. т, каспийского пузанка 15,5 тыс. т. При общем объёме российской доли промыслового запаса морских сельдей 47,2 тыс. т и рекомендованном вылове 14,0 тыс. т, фактическое изъятие достигало лишь 738,4 т или 5,3%.

Мониторинг биологического состояния популяций морских сельдей осуществляется в северной части Каспийского моря: в апреле-мае изучается качественная характеристика производителей на нерестовом ареале, с июня по октябрь происходят наблюдения за формированием нового поколения, анализируется темп линейно-весаго роста молоди и условия её нагула.

Весной соотношение видов в научных сетных порядках (используются ставные сети с ячейей от 22 до 45 мм) варьирует по годам в зависимости от гидрологических условий данной весны и предшествующей зимы. В целом, преобладает долгинская сельдь, ее доля в уловах за период 2014-2018 гг. в среднем составила 61,1%. Доля каспийского пузанка 34,4%, большеглазого пузанка 4,5%. В ряду лет наметилась тенденция увеличения доли каспийского пузанка за счет снижения доли долгинской сельди.

Самая крупная из перечисленных морских сельдей – долгинская. Длина ее производителей весной в Северном Каспии изменялась от 16 до 41 см, масса от 45 до 1200 г. Средние размеры долгинской сельди в последние годы составляли 31,2 см при массе 423,3 г.

Большеглазый пузанок немного меньшего размера, чем долгинская сельдь, достигает максимальной длины 36 см. Линейно-весовые показатели пузанка в исследовательских сетных уловах варьировали от 16 до 36 см и от 45 до 500 г. При средней длине 23,8 см большеглазый пузанок имел массу 202,2 г.

Каспийский пузанок – некрупная сельдь, наименьшая из трёх указанных видов, вырастает до 28 см. Весной в Северном Каспии его длина колебалась от 15 до 27 см, масса от 40 до 255 г. Производители каспийского пузанка в среднем имели длину 19,2 см и массу 107,8 г.

Средние линейно-весовые показатели морских сельдей за период 2014-2018 гг. по возрастным генерациям представлены в таблице 3.

Таблица 3. Средняя длина и масса производителей морских сельдей в 2014-2018 гг.

Возрастные группы	Долгинская сельдь		Большеглазый пузанок		Возрастной состав, %	
	Длина, см	Масса, г	Длина, см	Масса, г	Длина, см	Масса, г
2	17,9	72,8	15,9	63,1	15,7	62,9
3	23,2	159,4	18,1	87,9	17,1	75,3
4	28,3	294,3	20,6	128,4	19,6	112,0
5	33,0	472,6	23,5	181,3	21,6	144,9
6	36,7	652,6	26,4	243,2	23,1	165,0
7	38,9	754,8	29,8	347,4	25,5	186,4
8	39,7	819,7	32,1	434,1	-	-
9	-	-	35,0	565,5	-	-
Среднее	31,2	423,3	23,8	202,2	19,2	107,8

Продолжительность жизни долгинской сельди 8 лет. Возрастной состав нерестовой части ее популяции в последние пять лет включал рыб в возрасте от 2 до 7-годовиков (рис. 3). Преобладающими возрастными группами были 4 и 5-годовики (57,5%). Средний возраст производителей составлял 4,6 года.

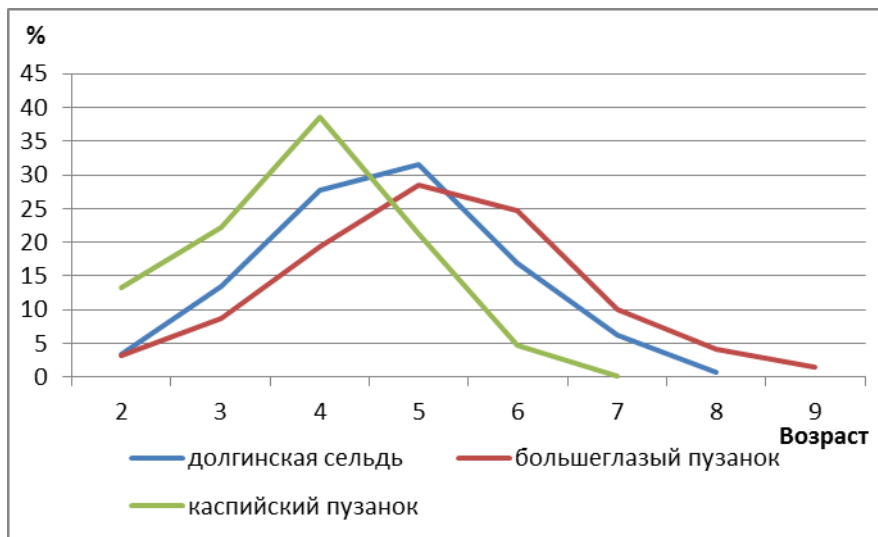


Рис. 3. Возрастной состав нерестовых частей популяций морских сельдей в Северном Каспии в 2014-2018 гг.

Возрастной состав нерестовой части популяции большеглазого пузанка представлен особями от 2 до 9-годовалых с преобладающими возрастными группами 4-5 лет (52,2%). Доля старших возрастов (6-9-годовалых) в нерестовом стаде в среднем составляет 35-40%. Средний возраст производителей 5,2 года.

В нерестовой части популяции каспийского пузанка присутствуют рыбы в возрасте от 2 до 7 лет. Средний возраст производителей в 2014-2018 гг. понизился до 3,8 года, потому что пополнение находилось на высоком уровне за счёт входа в нерестовую популяцию высокоурожайных поколений 2013-2014 гг.

В целом, анализ возрастного состава производителей морских сельдей, мигрирующих весной на нерест в Северный Каспий, показывает, что количество поколений в нерестовых популяциях не сокращается, наоборот, в стаде в значительной доле представлены старшевозрастные рыбы. Старение популяции свидетельствует о недостаточной интенсивности промысла и имеющихся резервах наращивания промыслового изъятия. Если в отдельные годы в исследовательских уловах повышается доля пополнения, то на это бывает, как правило, две причины: либо в состав нерестовой популяции вошло высокоурожайное пополнение, либо сбор материала охватывал завершение нерестового хода сельдей, когда в косяках увеличивается доля молодых особей.

В нерестовых популяциях морских сельдей самки и самцы находятся почти в равном соотношении с небольшим преобладанием самок. В жизненном цикле морских сельдей нерест повторяется до пяти раз.

Интенсивность подхода производителей морских сельдей на нерестилища в Северном Каспии и плотность их распределения во многом определяются гидрологическими условиями, прежде всего оптимальным температурным режимом воды для каждого вида. Сельди распределяются с различной степенью плотности преимущественно на глубинах от 2 до 5 м от о. Тюлений на западе до Забурунь в казахстанской зоне. На российской акватории максимальные плотности морских сельдей наблюдались и достигали 50 кг/сеть. Средний улов на одну сеть всех сельдей за период 2014-2018 гг. составил 26,0 кг. В составе этого среднего показателя удельный улов долгинской сельди – 17,0 кг, большеглазого пузанка – 1,0 кг, каспийского пузанка – 8,0 кг.

Таким образом, биологические характеристики и плотные концентрации производителей на нерестилищах подтверждают, что популяции морских сельдей находятся в стабильном и удовлетворительном состоянии. Межгодовые изменения линейно-весовых характеристик незначительны.

Каспийская обыкновенная килька *Clupeonella cultriventris caspia* (Svetovidov, 1941) – стайная пелагическая рыба с коротким жизненным циклом, распределение охватывает практически всю акваторию Каспийского моря: встречается в пелагиали до 800 м изобаты, но наиболее густо населяет прибрежные районы, основном, в горизонтах 20-70 м, где вода наиболее насыщена кислородом и обильно населена кормовыми организмами. Ранее считалась подвидом азово-черноморской тюльки, последняя таксономическая ревизия подтвердила самостоятельный статус вида (Богущая и др., 2013). Существует два относительно репродуктивно изолированных стада обыкновенной кильки – северокаспийское и южнокаспийское (наличие внутривидовой локальности). Килька обладает высокой воспроизводительной способностью популяций и после прекращения воздействия неблагоприятных факторов среды способна быстро восстановить численность.

Рекомендованный вылов для России по обыкновенной кильке на 2018 г. был определен в объеме 60,3 тыс. т, фактический улов, включая прибрежный и морской промысел, составил 1,058 тыс. т или 1,8% от рекомендованной величины. Уловы обыкновенной кильки за последние шесть лет колебались от 0,822 до 1,449 тыс. т. Освоение рекомендованного вылова обыкновенной кильки за этот период не превышало 2,6%, что в связано в основном с организационными причинами.

Обыкновенная килька на протяжении ряда лет сохраняет устойчивое состояние запасов. За период с 2007 по 2018 гг. промысловый запас обыкновенной кильки в целом по морю как по численности, так и биомассе варьировал в узких пределах, что свидетельствует об удовлетворительном состоянии вида. Промысловый запас Российской Федерации обыкновенной кильки, по данным 2018 г, оценивался в объеме 382,7 тыс.т, или 75,5% общей биомассы морских рыб в Каспийском море. Является одним из перспективных резервных объектов промысла.

Удовлетворительное состояние запасов обыкновенной кильки в современных экологических условиях подтверждается исследовательскими и промысловыми уловами, расширением ареала вида, а также стабильными линейно-весовыми показателями и высоким уровнем ежегодного пополнения популяции.

Исследовательский улов на усилие в различных орудиях лова подтверждал рост запаса как южнокаспийского (1087 экз/лов), так и северокаспийского стада (3499 экз/час траления), превышая многолетние показатели в 1,3 и 1,2 раза при высоком уровне пополнения. Урожайность обыкновенной кильки в 2018 г. соответствовала значениям 2017 г., но была выше показателей за период с 2013 по 2017 гг. соответственно в 1,5 и 1,3 раза, составляя 385 экз/лов и 549 экз/час траления (табл. 4).

Таблица 4. Динамика исследовательских уловов обыкновенной кильки в Каспийском море

Годы	Южнокаспийское стадо, экз./лов		Северокаспийское стадо, экз./час траления	
	взрослые	молодь	взрослые	молодь
2013	650	201	2586	385
2014	692	227	2714	369
2015	959	231	2760	355
2016	780	272	3126	485
2017	1073	314	3321	566
2013-2017	831	249	2901	435
2018	1087	385	3499	549

Средние показатели длины, массы для южнокаспийского и северокаспийского стада по сравнению с 2017 г. имели тенденцию к снижению, что взаимосвязано с высокой долей младших возрастных групп (табл. 5).

Таблица 5. Биологические показатели обыкновенной кильки

Годы	Южнокаспийское стадо			Северокаспийское стадо					
	Длина, см	Масса, г	QF*	Длина, см		Масса, г		QF*	
				взрослые	молодь	взрослые	молодь	взрослые	молодь
2013	9,6	8,5	0,960	7,3	5,2	3,4	1,4	0,870	0,995
2014	8,9	6,7	0,950	7,5	5,1	3,6	1,3	0,842	0,990
2015	8,8	6,7	0,983	7,2	5,1	3,4	1,3	0,880	0,964
2016	8,6	6,3	0,990	7,1	5,3	3,4	1,4	0,949	0,990
2017	9,4	8,2	0,987	7,1	5,4	3,3	1,5	0,954	0,953
2011-2017	9,1	7,3	0,974	7,2	5,2	3,4	1,4	0,903	0,970
2018	9,1	7,3	0,969	7,1	5,3	3,5	1,4	0,978	0,940

Условные обозначения: QF* - коэффициент упитанности по Фультону

Интегральной характеристикой качественного состояния популяции обыкновенной кильки является высокий темп её весового роста по возрастным группам. В 2018 г. индекс весового роста обыкновенной кильки в средней части Каспия превышал средний уровень на 20,8% (рис. 4).

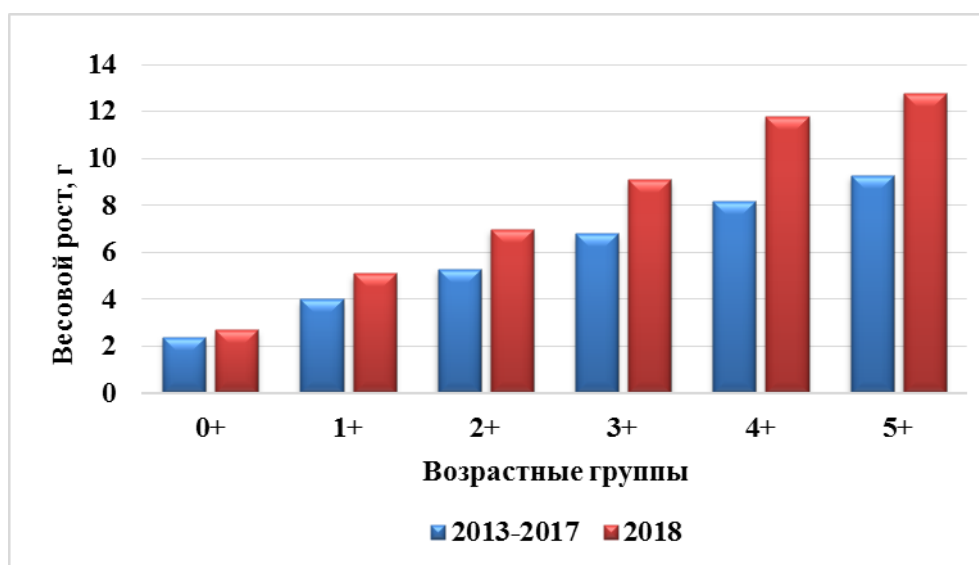


Рис. 4. Весовой рост обыкновенной кильки южнокаспийского стада

Все биологические показатели обыкновенной кильки (характер распределения, плотность концентраций, линейно-весовые показатели, соотношение пополнения и остатка) указывали на то, что данный вид находится в благоприятном состоянии и имеются возможности роста его запаса на ближайшую перспективу.

Запас обыкновенной кильки стабилен, требует новых подходов к организации лова и позволяет развивать её морской промысел разноглубинными тралами, бортовыми подхватами, конусными сетями, а также прибрежный лов ставными неводами.

Таким образом, для современной ситуации с морскими промысловыми резервными биоресурсами характерны два основных признака: их общая биомасса и промысловый запас доминируют в Каспийском бассейне и они не используются промыслом в должной мере.

Список литературы

- Богущая Н.Г., Кияшко П.В. и др. 2013. Определитель рыб и беспозвоночных Каспийского моря. Том 1 Рыбы и моллюски Спб, М.: Товарищество научных изданий КМК, 543 с.
- Берг Л.С. 1949. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Т.3. Изд. 4. М.- Л.: АН СССР, 1004 с.
- Казанчев Е.Н. 1981. Рыбы Каспийского моря. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 167 с.

Перегрузка рыбы и рыбопродукции в открытом море: правовые проблемы

Г.Г. Галстян, Н.А. Пожидаева

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва
e-mail: intfishlaw_vniro@mail.ru

Ключевые слова: рыба и рыбопродукция; перегрузка; открытое море; ННН-промысел; ФАО; региональные организации по управлению рыболовством; международное право; законодательство государств; сотрудничество.

Аннотация: Перегрузка рыбы и рыбопродукции в открытом море является одной из сложнейших для преодоления задач, которые встают на пути ликвидации ННН-промысла. В связи с этим в статье рассмотрены деятельность международных организаций по управлению рыболовством в части правовой регламентации проблем перегрузки рыбы и рыбопродукции в открытом море, а также особенности правового регулирования указанных проблем в законодательстве ведущих рыболовных государств, включая Россию. Разработаны рекомендации по участию Российской Федерации в процессе международно-правовой регламентации проблем перегрузки рыбы и рыбопродукции.

Деятельность международных организаций по управлению рыболовством в части правовой регламентации проблем перегрузки рыбы и рыбопродукции в открытом море. В последнее время исследуемая проблема приобретает все большее значение для международного сообщества. Ведущую роль в рассмотрении данного вопроса играет ФАО в лице Комитета по рыболовству (далее – КОФИ ФАО), который является ключевым органом ФАО по рыболовству, обсуждает стратегические вопросы развития международного рыболовства и управления им (Бекяшев, 2010).

Практика перегрузки рыбы в открытом море является одной из сложнейших для преодоления задач, которые встают на пути ликвидации ННН-промысла. Сам факт перегрузки в открытом море является дополнительным барьером, встающим при попытке определить поймана ли рыба на законных основаниях или нет. Как отмечено в п. 92 Резолюции Генеральной Ассамблеи ООН № 72/72 «Обеспечение устойчивого рыболовства, в том числе за счет реализации Соглашения 1995 года об осуществлении положений Конвенции Организации Объединенных Наций по морскому праву от 10 декабря 1982 года, которые касаются сохранения трансграничных рыбных запасов и запасов далеко мигрирующих рыб и управления ими, и связанных с ним документов» от 5 декабря 2017 г., Генеральная Ассамблея призывает государства принимать все необходимые меры для обеспечения того, чтобы плавающие под их флагом суда не занимались перегрузкой рыбы, которая добыта рыболовными судами, занимающимися ННН-промыслом, путем надлежащего регулирования рыбоперегрузочных операций в море, их мониторинга и контроля за ними, в том числе в виде дополнительных национальных мер, применимых к плавающим под их флагом судам, для предотвращения такой перегрузки.

Перегрузка товаров с одного судна на другое является основным путем выхода на мировой рынок незаконно добытой рыбы. Основную сложность представляет отслеживание ННН-промысла, так как в большинстве случаев перегрузка осуществляется вдали от берега. Возможность смешивания легального и незаконного улова, при сборе рыбы с нескольких рыболовных судов, обеспечивает легкий путь для вывода продукции на рынок.

Несмотря на то что сегодня перегрузка рыбы и рыбной продукции в открытом море является актуальной повесткой для международного сообщества, выработка правил перегрузки начала осуществляться уже в конце прошлого столетия. В конце 1990-х гг. количество мер, касающихся перегрузки в море, начало увеличиваться. В частности, до 1997 г. ни одна из региональных организаций по управлению рыболовством (далее –

РФМО), занимающаяся вопросами промысла тунца, не имела никаких правил о перегрузке. В настоящее же время четыре из них – ИАТТК, ИККАТ, ИОТК и ВКПФК – имеют некоторые запреты.

Правила перегрузки в иных РФМО были установлены схожим образом: АНТКОМ, НЕАФК и НАФО установили более строгие правила перегрузки рыбы и рыбной продукции до начала 2000-х гг., а в 2007 г. ГФКМ начала согласовывать свои правила перегрузки с правилами ИККАТ.

Конвенция о сохранении ресурсов минтая и управления ими в центральной части Берингова моря (Вашингтон, 16 июня 1994 г.) предусмотрела более строгие правила перегрузки в море, по сравнению с изначальной редакцией Конвенции, в то время как НАСКО в 1992 г. включила в сферу своих полномочий контроль за требованиями об отчетности о перегрузке в море, однако до сих пор не обновляла данные правила. (Ewell C. et al., 2017).

В настоящее время перегрузка рыбы и рыбной продукции является очень выгодной и эффективной в качестве сборщиков прилова, которые регистрируются в траловых компаниях для того, чтобы осуществить сбор груза в открытом море. Как показывает практика, траулеры не декларируют объемы своего прилова рыбохозяйственным органам. В результате, выловленная таким образом рыба не учитывается в национальной статистике, так как считается незаконной. В соответствии с национальным законодательством Ганы, траулерам разрешается выгружать только 15% от общего объема улова в качестве прилова, и они вынуждены незаконно выбрасывать прилов в море для достижения целевого показателя в 15%.

Актуальность международно-правовой регламентации вопросов перегрузки в открытом море подтверждается деятельностью ФАО по выработке необходимых механизмов правового регулирования рассматриваемого вопроса.

На своей 32-й сессии в 2016 г. КОФИ ФАО предложил проработать вопросы перегрузки в открытом море (как одного из компонентов ННН-промысла), в том числе:

- 1) провести обзор действующих нормативных актов и практики перегрузки в море и определить, какие виды деятельности по перегрузке (при наличии таковых) должны быть санкционированы;
- 2) разработать рекомендации относительно конкретных механизмов контроля в тех случаях, когда перегрузка регламентируется или на его осуществление требуется разрешение;
- 3) провести обзор действующих процедур санкционирования перегрузки на море и уведомления о ней, требований к отчетности и прозрачности и иных механизмов независимого мониторинга и контроля перегруза.

В феврале 2018 г. в рамках ФАО был проведен Семинар экспертов по вопросам перегрузок в море и ННН-промысла. Участники рассмотрели примеры действенного и неэффективного мониторинга и контроля перегрузки и констатировали, что перегрузка является одним из важных элементов рыбопромысловых операций и при должном мониторинге и контроле не создает каких бы то ни было дополнительных угроз для морской окружающей среды или устойчивости рыбных запасов. Кроме того, было отмечено, что происходит рост объемов перегрузочных операций по всему миру, в связи с чем возникает необходимость в обеспечении действенного контроля за этими операциями.

Семинар отметил, что запрет на перегрузку будет иметь серьезные последствия для промышленности. Перегрузка важна для поддержки экономически эффективных рыболовных операций и устойчивого управления рыбным хозяйством и является, зачастую, неотъемлемой частью рыболовной деятельности. При условии надлежащего мониторинга и контроля, перегрузка сама по себе не представляет угрозу для морской среды или устойчивости рыбных запасов.

Тем не менее, отсутствие эффективного мониторинга и контроля может иметь негативные последствия.

На Семинаре было отмечено, что в мире наблюдается увеличение объема перегрузочных операций и необходимо обеспечить эффективный мониторинг и контроль за ними. Участники согласились с тем, что государства, в том числе в рамках РФМО, добились

значительного прогресса в этом вопросе, однако уровень перегрузки незаконно добытой рыбы и рыбопродукции, изготовленной из нее, очень трудно определить количественно. Перегрузка в море часто используется судами, осуществляющими ННН-промысел, что делает возможным реализацию такой продукции на рынке. Кроме того, перегрузка в открытом море (т.е. в районах за пределами действия национальной юрисдикции) позволяет судам, осуществляющим ННН-промысел обходить национальные системы мониторинга и контроля.

На своей 33-й сессии, состоявшейся в июле 2018 г., КОФИ ФАО выразил обеспокоенность в связи с практикой перегрузки улова, которая, при недостаточном регулировании, мониторинге и контроле, может содействовать ННН-промыслу. Комитет положительно воспринял результаты проведенного ФАО глобального исследования практики перегрузки улова и призвал провести более предметное исследование данного вопроса, в целях последующей разработки рекомендаций по передовым методам регулирования, мониторинга и контроля перегрузки улова.

Следует отметить, что в открытом море ответственность за управление рыболовством лежит на РФМО. Несмотря на то, что в рамках некоторых таких организаций разработаны меры по документированию и регулированию перегрузки рыбы и рыбной продукции путем применения Системы электронного мониторинга рыболовных судов (далее – VMS), тем не менее, данный вопрос не получил единой и согласованной позиции на универсальном уровне.

Недавние исследования показали, что из 17 РФМО, осуществляющих деятельность в открытом море, лишь пять обладают мандатом на частичный запрет перегрузки в открытом море и только одна организация обладает полномочиями на полный запрет подобных операций. Отслеживание перегрузочных операций осуществляется РФМО именно благодаря вышеупомянутой системе VMS. Десять РФМО требуют присутствия на борту наблюдателя за перегрузочными операциями. Например, ВКПФК требует представление отчетности от таких наблюдателей и уведомление о планируемом перегрузе рыбы и рыбной продукции не менее чем за 36 ч до самой операции. ИОТК разрешает перегруз только с больших рыболовных судов для ярусного лова (Boerder et al., 2018).

Таким образом, очевидно, что указанные ранее меры свидетельствуют об усилиях международного сообщества под эгидой ФАО в целях контроля за операциями по перегрузке в открытом море. В том случае, когда судно выгружает или перегружает пойманный улов в порту, проверить законность осуществляемых действий достаточно просто. Однако контроль перегрузки в открытом море является сложным и дорогостоящим механизмом. Многие рыбаки используют такую ситуацию в личных целях для ведения незаконной рыбопромысловой деятельности, так как отсутствуют четкие и наиболее полным образом регулирующие международно-правовые и национальные нормы государств по необходимой документации и мониторингу перегрузки рыбы и рыбной продукции в открытом море.

Перегрузка нелегального улова в открытом море является одним из ключевых способов хищения морских живых ресурсов. Как правило, такой улов никак не учитывается в национальной рыбохозяйственной отрасли государств. По данным ФАО, наглядным примером, подтверждающим существующие проблемы, является практическая деятельность по перегрузке рыбы в Гане.

В этой стране перегрузка является распространенной формой бизнеса, которая связана с траулерами и кустарными маломерными судами, выступающими запрещения таких операций, либо путем применения мер мониторинга и контроля за такими операциями. В тех случаях, когда подобные действия разрешены, государства флага осуществляют международное сотрудничество также в рамках РФМО в целях обеспечения надлежащего контроля за объемами улова, который перенаправляется через борт на другие суда.

Законодательство ведущих рыболовных государств о перегрузке рыбной продукции в открытом море. Анализ законодательства некоторых ведущих рыболовных держав позволил разделить такие государства условно на три группы. Некоторые государства запрещают своим судам какую-либо перегрузку рыбы в открытом море. С другой стороны, существуют и те страны, которые разрешают перегрузку рыбы в открытом море, но при определенных

обстоятельствах. Третья же группа государств до сих пор не имеет четких правил, по которым должна проходить перегрузка.

Рассмотрим предметно национальное законодательство ряда крупнейших рыболовных государств, в том числе Российской Федерации.

Соединенные Штаты Америки. Согласно §300.331 Свода федеральных нормативных актов США 1996 г. (глава 50), термин «открытое море» обозначает воды, находящиеся за пределами территориального моря и исключительной экономической зоны (или их эквивалента), в той степени, в которой они признаются Соединенными Штатами.

Под термином «перегруз» или «перегрузка» понимается передача или получение, или же иное перемещение рыбы или рыбных продуктов с одного рыболовного судна на другое.

Согласно §300.339 Свода федеральных нормативных актов США 1996 г., в дополнение к другим, применимым ограничениям на перегрузку (таким как ограничение на перегруз рыбы с участием судов, которые оснащены механизмом кошелькового невода), применяются следующие требования к перегрузам в открытом море:

– владелец принимающего или перегружающего судна обязан сообщить по факсу или на адрес электронной почты компетентным органам (не менее чем за 36 ч до предполагаемой перегрузки в открытом море) полную информацию о судах (название, официальный номер и тип); точное местоположение, дату и время перегрузки; разновидность рыбы, состояние ее обработки и ее количество в тоннах.

– при возвращении в порт владелец судна обязан предоставить отчет о перегрузке в течение 15 календарных дней.

Согласно §300.216 указанного документа (кроме случаев, когда перегрузка проходит в пределах территориальных или архипелажных вод по определению национального законодательства любого государства, признанного США, и касается только той рыбы, которая была поймана в таких водах), владелец и оператор судна под флагом США, которое принимает или перегружает далеко мигрирующие виды рыб, обязаны обеспечить нахождение на борту по меньшей мере одного из судов наблюдателя ВКПФК. Кроме того, судно под флагом США не должно принимать на борт улов далеко мигрирующих видов рыб с двух и более судов одновременно, если только не присутствует отдельный наблюдатель ВКПФК на принимающем или перегружающем судне для мониторинга.

Королевство Норвегия. Перегрузка в Норвегии регулируется Правилами отчетности о местоположении и электронной отчетности для норвежских рыболовных и охотничьих судов 2008 года.

Согласно разделу 15 главы 4, норвежские рыболовные и охотничьи суда, производящие перегрузку в национальных водах Норвегии, находятся под ее юрисдикцией.

Перегрузка определяется как любая передача улова в море с одного судна на другое, включающая в себя передачу в клетки и из них и т.д.

Не разрешается осуществлять перегрузку улова на те суда, которые не имеют рыболовной лицензии, согласно разделу 4 Положений от 13 мая 1977 года № 2, касающемуся рыболовных и охотничьих действий иностранных граждан в экономической зоне Норвегии, а также высадки в Норвежских портах. Согласно этому документу, к иностранным относятся граждане государств-участников ЕС, России, Фарерских островов, Дании (в отношении Гренландии), Исландии или Норвегии, или же суда государств, которые получили статус сотрудничающих недоговаривающихся сторон НЕАФК.

Согласно разделу 16 главы 4 и в соответствии с разделом 15, перегружающие судна обязаны направить уведомление о перегрузке не позднее, чем за 24 ч до ее начала. Суда, которые занимаются перегрузкой морских водорослей, обязаны сообщить о ней не позднее, чем через час после окончания перегрузочной деятельности.

Суда, упомянутые в разделе 15, которые перегружают уловы, при окончании промысла обязаны уведомить об этом Дирекцию рыболовства не позднее, чем за два часа до начала перегрузки. Данный пункт также применяется, если в перегрузке участвуют два норвежских судна. Если завершение промысла и перегрузка являются взаимосвязанными

процессами, то отчет о перегрузке должен быть направлен, как только процесс закрытия рыбалки завершится.

Принимающее судно должно не позднее чем через час, после окончания каждой перегрузочной операции, отправить электронный отчет в Дирекцию рыбного хозяйства.

Суда, которые занимаются перегрузкой морских водорослей несколько раз за день, могут отправлять суточный отчет о перегрузке (не позднее 23.59). Данный отчет должен содержать общее количество перегруженного улова в период с 00.00 до 23.59. Если же принимающее судно перегружало улов с нескольких судов, то отчет должен касаться каждого судна в отдельности.

Республика Корея. В Законе о рыболовстве Республики Корея содержатся нормы, которые затрагивает глубоководный промысел в открытом море, однако отсутствуют положения, регулирующие перегрузку улова в открытом море.

Российская Федерация. В соответствии с п. 5 ст. 19 ФЗ о рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов 2004 г., уловы водных биоресурсов, добытых (выловленных) при осуществлении промышленного рыболовства в морских водах, и произведенная из них рыбная и иная продукция подлежат доставке в морские порты Российской Федерации или, в случаях и в порядке, которые определяются Правительством Российской Федерации, в иные места доставки. Уловы водных биоресурсов, добытых (выловленных) при осуществлении промышленного рыболовства в иных, определенных Правительством Российской Федерации районах, и произведенная из них рыбная и иная продукция подлежат доставке на территорию, установленную Правительством Российской Федерации. Порядок доставки указанных в части 5 настоящей статьи уловов водных биоресурсов и произведенной из них рыбной и иной продукции в морские порты Российской Федерации, а также в случаях и в порядке, которые определяются Правительством Российской Федерации, в иные места доставки устанавливается Правительством Российской Федерации (п. 6 ст. 19).

В развитие данных норм Федерального закона Правительство Российской Федерации приняло Постановление от 17 августа 2017 г. № 974 «О доставке уловов водных биологических ресурсов, добытых (выловленных) в районах промысла за пределами внутренних морских вод Российской Федерации, территориального моря Российской Федерации, исключительной экономической зоны Российской Федерации и континентального шельфа Российской Федерации, а также в Азовском море, и произведенной из них рыбной и иной продукции». Согласно Постановлению, уловы водных биологических ресурсов, добытых (выловленных) российскими рыбопромысловыми судами при осуществлении промышленного рыболовства в Баренцевом, Балтийском, Черном морях за пределами внутренних морских вод Российской Федерации, территориального моря Российской Федерации, исключительной экономической зоны Российской Федерации и континентального шельфа Российской Федерации, а также в Азовском море, в открытом море северо-западной части Тихого океана (за пределами исключительной экономической зоны Российской Федерации и континентального шельфа Российской Федерации), и произведенная из них рыбная и иная продукция подлежат доставке на территорию Российской Федерации.

Рассмотрев законодательство ряда других государств можно сделать вывод, что по рассматриваемым проблемам оно или слабо развито, либо совсем не развито. К примеру, в законодательстве Японии, Корейской Народно-Демократической Республики, Китайской Народной Республики, Республики Корея и Канады каких-либо норм, регулирующих перегрузку рыбы и рыбопродукции в открытом море с судов, плавающих под их флагами, не выявлено.

Таким образом, рассмотрев вопросы сотрудничества по проблемам перегрузки рыбы и рыбопродукции в открытом море, можно констатировать, что мировое сообщество предпринимает усилия по предотвращению перегрузки в водах, находящиеся за пределами национальной юрисдикции, рыбы, добытой посредством ННН-промысла и продукции,

изготавливаемой из нее, посредством разработки и принятия соответствующих правовых документов. Такую работу проводит ФАО и некоторые РФМО в части своей компетенции.

Вне всякого сомнения, Российской Федерации стоит приветствовать такие усилия международных организаций и поддерживать предложения по разработке соответствующих юридических норм. Россия является ответственным государством в контексте рыболовства и одним из активных участников сотрудничества по борьбе с ННН-промыслом. Проблема перегрузки в открытом море морских живых ресурсов, добытых в исключительной экономической зоне и на континентальном шельфе Российской Федерации, является актуальной для нашей страны. Особенно это проявляется на Дальнем Востоке. Несмотря на все предпринимаемые усилия и значительное ограничение ННН-промысла, в результате эффективного действия двусторонних международных договоров Российской Федерации, тем не менее, проблема ННН-промысла продолжает быть достаточно острой, поскольку такую деятельность ведут суда, в частности, под «удобным» флагом (Панама, Камбоджа, Сьерра-Леоне, Белиз и др.) (Бекашев, 2017.). Разработка документа ФАО, регламентирующего порядок перегрузки рыбы и рыбопродукции в открытом море, должна способствовать выработке новых действенных механизмов воздействия на суда, осуществляющие ННН-промысел.

Выражаем особую благодарность нашим учителям, Бекашеву Камиллю Абдуловичу и Бекашеву Дамиру Камильевичу, за значимые замечания и важные советы при проведении исследования и оформлении данной статьи.

Список литературы

Бекашев Д.К. 2017. Международно-правовые проблемы управления рыболовством: монография. – М.: Изд-во «Проспект», 512 с.

Бекашев К.А. 2010. Правовой статус Комитета по рыболовству ФАО и деятельность // Рыбное хозяйство 5, 44-47.

Boerder K., Miller N.A., Worm B. 2018. Global hotspots of transshipment of fish catch at sea. *Science Advances* 4, 1-10.

Ewell C., Cullis-Suzuki S., Ediger M., Hoenig J., Miller D., Jacquet J. 2017. Potential ecological and social benefits of a moratorium on transshipment on the high seas. *Marine Policy* 81, 296-300.

Качественные и количественные показатели зоопланктона Камского плеса Куйбышевского водохранилища по данным летней съемки 2018 г.

М.А. Гвоздарева

Татарский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТатарстанНИРО»), г. Казань
e-mail: Rita_6878@mail.ru

Ключевые слова: зоопланктон, Камский плес, Куйбышевское водохранилище, численность, биомасса, встречаемость, индекс Шеннона.

Аннотация: Проведен анализ качественных и количественных показателей зоопланктона акватории Камского плеса Куйбышевского водохранилища по данным сбора проб в середине августа 2018 г. В результате проделанной работы в составе зоопланктона рассматриваемого участка водохранилища обнаружен 71 вид организмов. Наиболее разнообразно представлена фауна коловраток. В зоопланктоне по численности доминировали ювенальная и копепоидитная стадии развития веслоногих рачков, а по биомассе – ветвистоусые ракообразные. Анализ пространственного распределения количественных показателей выявил, что наиболее высокие значения зафиксированы на разрезе Троицкий Урай.

Камский плес Куйбышевского водохранилища охватывает предустьевой участок р. Камы (от устья р. Вятка до впадения в Волгу), характеризуется широкой и разнообразной поймой, покрытой луговой растительностью, с устьями мелких речек. В центральной части Камского плеса в русле сохраняется более или менее речной режим (Аристовская, 1960). Данный участок имеет важное рыбохозяйственное значение, поскольку здесь расположены нерестилища ценных промысловых видов рыб, в частности стерляди (Постановление КМ РТ № 1104, 2019). Данный аспект повышает требования к качеству вод на данном участке и вызывает необходимость осуществления постоянных мониторинговых наблюдений.

Планктонные организмы являются значимой частью водных экосистем. Зоопланктон – вторичное звено в трофической цепи водных экосистем, играет исключительно важную роль в их структуре и функционировании и любые изменения в планктофауне приводят к той или иной модификации всей водной экосистемы (Попов, 2006). Знание об их составе, структуре сообществ дает понимание многих процессов, происходящих в водоемах, в том числе и о механизмах, посредством которых регулируется поток веществ и энергии (Андроникова, 1996). Таким образом, актуальным является изучение современного состояния зоопланктона Камского плеса Куйбышевского водохранилища.

Изучение структуры и количественного распределения зоопланктона было проведено в период с 9 по 10 августа 2018 г. на трех разрезах Камского плеса Куйбышевского водохранилища: в верхней части плеса у устья р. Вятка, в середине – у с. Берсут, в нижней – у с. Троицкий Урай. На каждом разрезе делали по 3 станции (левый берег (л.б.), русло (р) и правый берег (п.б.)), всего было отобрано и обработано 9 гидробиологических проб.

Зоопланктон отбирали стандартной сетью Джели (диаметр верхнего кольца 12 см, нижнего – 20 см, газ № 80-82 с размером ячеек 96 мкм), облавливали весь столб воды от дна до поверхности водоема. Собранный материал фиксировали 4% раствором формалина. Обработку проб производили согласно общепринятым гидробиологическим методикам (Методические рекомендации..., 1982). Качественный анализ зоопланктона проводили с помощью определителя (Определитель зоопланктона ..., 2010). Массу тела особей рассчитывали по их длине (Балушкина и др., 1979), используя степенное уравнение $w = gl^b$. Биомассу популяций видов вычисляли умножением численности организмов на их индивидуальную массу.

Для анализа структурного разнообразия был рассчитан индекс Шеннона по численности зоопланктона без учета молоди веслоногих рачков и велигеров дрейссены (Шитиков и др., 2003).

В период сбора планктонных проб температура воды на всех исследуемых станциях достигала 22 °С. Прозрачность варьировала от 40 см (п.б. устья Вятки) до 100 см – на всем разрезе у с. Берсут. Средняя глубина в Камском плесе водохранилища составляла у л.б. 2,7 м, на р. – 11,6 м и на п.б. – 5,1 м.

Камский плес Куйбышевского водохранилища характеризовался относительно богатой фауной зоопланктона, включавшую 71 таксономическую единицу, где почти половина (49%) приходилась на долю коловраток. Ветвистоусые и веслоногие ракообразные были представлены менее разнообразно (35% и 15%, соответственно). Удельное видовое разнообразие зоопланктона в районе исследования в среднем составляло 30 ± 2 . Процентное соотношение числа видов зоопланктона у левого берега, русла и правого берега в рассматриваемом районе составляло 30%, 35% и 35%, соответственно.

Фауна коловраток включала представителей из 9 семейств и 1 отряда (Bdelloidea). Наибольшим видовым богатством отличались семейства Brachionidae и Synchaetidae, включавшие по 12 и 8 наименований видового и надвидового ранга, соответственно. Среднее число видов коловраток на пробу составляло 14 ± 1 . В районе исследования Куйбышевского водохранилища 100% частоту встречаемости (F) имели *Brachionus angularis* (Gosse, 1851), *Euchlanis dilatata* (Ehrenberg, 1832) и *Keratella quadrata* (Müller, 1786), являющиеся вертикаторами.

Ветвистоусые ракообразные были представлены 9 семействами. Таксономическое богатство Cladocera, главным образом, формировали семейства Chydoridae (5), Bosminidae (5) и Daphniidae (5). Среднее число видов представителей членистоногих, относящихся к группе Cladocera, составляло 11 ± 1 . Среди кладоцер в пробах часто фиксировались (F=100%) первичные фильтраторы *Daphnia galeata* (Sars, 1863), *Bosmina (Eubosmina) crassicornis* Lilljeborg, 1887 и вторичный фильтратор *Chydorus sphaericus* (Müller, 1776).

Фауна веслоногих ракообразных формировалась из циклопид, представленных подсемействами Eucyclopinae (1 вид), Cyclopinae (6) и калянид, включавших подсемейство Diaptominae (1), семейства Pseudodiaptominae (1) и Temoriidae (2). Среднее число видов представителей группы Copepoda достигало 5 ± 0 . Повсеместно был встречен рачок *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857) и *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863). На всех станциях Камского плеса Куйбышевского водохранилища встречались ювенальная и копеподитная стадии развития веслоногих ракообразных. Частота встречаемости плавающих личинок (велигеры) моллюска *Dreissena* составляла 67%.

Численность зоопланктона в Камском плесе водохранилища в период проведения исследования в среднем составляла $42,68 \pm 8,18$ тыс. экз./м³. Максимальные ее показатели были выявлены у левого берега с. Троицкий Урай, тогда как минимальные отмечались на русле устья р. Вятки (рис. 1). Основу численности формировали науплиусы веслоногих рачков и велигеры, на долю которых приходилось $32 \pm 2\%$ и $28 \pm 7\%$, соответственно. Индекс доминирования по численности у Naupli составил 5,64, у велигеров – 3,5. Вклад взрослых веслоногих рачков невелик и составил $5 \pm 1\%$. На долю других групп зоопланктона, коловраток и ветвистоусых рачков, приходилось 15 ± 6 и $14 \pm 3\%$, соответственно.

Биомасса зоопланктона на рассматриваемом участке водохранилища в среднем составила $0,35 \pm 0,1$ г/м³. Наибольшие показатели биомассы отмечались, также как и по численности на левом берегу у с. Троицкий Урай, однако минимальные – на русле у н.п. Берсут (рис. 1). Наибольший вклад в общую биомассу вносили кладоцеры ($54 \pm 6\%$), а наибольший индекс доминирования отмечался у *D. galeata* – 6,89. Доля взрослых особей веслоногих раков составила $18 \pm 4\%$, их молоди – $17 \pm 2\%$, коловраток – $6 \pm 2\%$ и велигеров дрейссены – $6 \pm 3\%$.

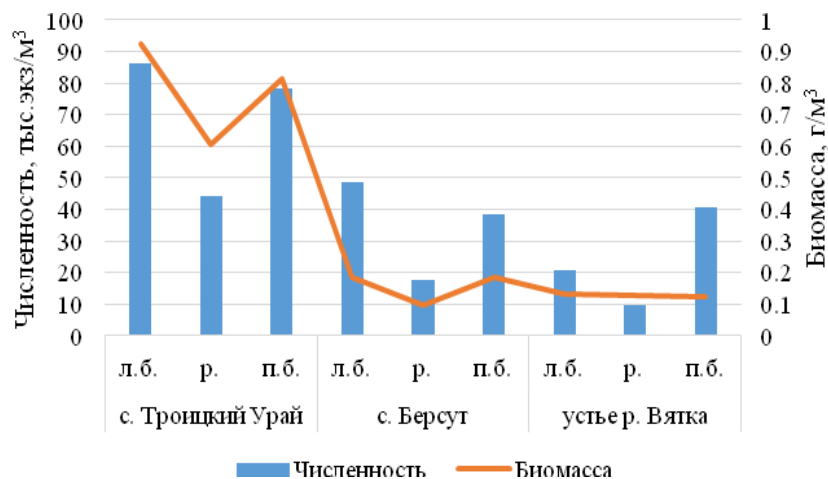


Рис. 1. Распределение численности и биомассы зоопланктона по станциям на трех разрезах акватории Камского плеса Куйбышевского водохранилища.

Согласно полученным данным по пространственному распределению количественных данных зоопланктона выявлено, что наибольшие их показатели характерны для разреза у с. Троицкий Урай, а наименьшие – для устья р. Вятка. Также на разрезах у с. Троицкий Урай и н.п. Берсут показатели численности и биомассы на левом берегу выше, чем на правом, в то время как на устьевом разрезе наоборот.

Ювенальные и копеподитные стадии развития веслоногих рачков, а также плавающие личинки моллюска рода *Dreissena* создавали значимую долю численности зоопланктона практически на всем Камском плесе Куйбышевского водохранилища (рис. 2).

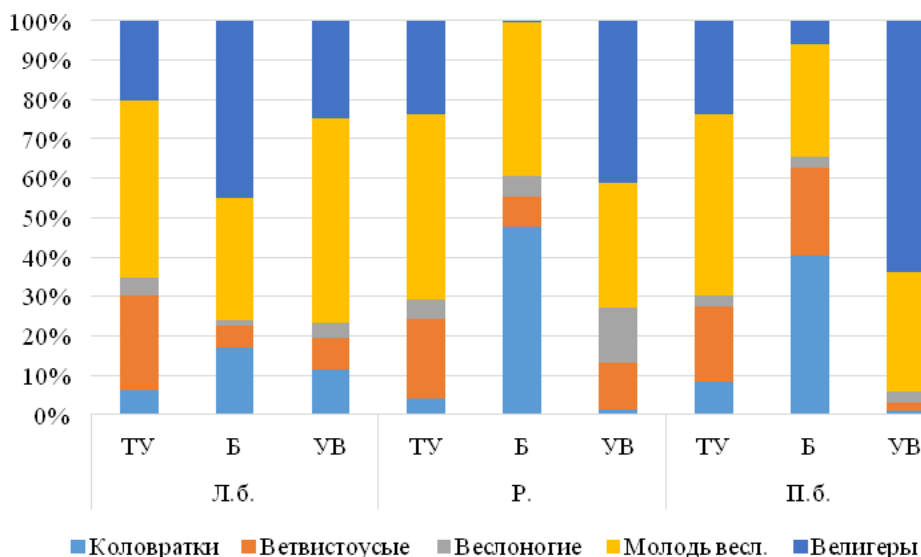


Рис. 2. Процентное соотношение групп зоопланктона по численности на трех разрезах акватории Камского плеса Куйбышевского водохранилища (ТУ – с. Троицкий Урай, Б – с. Берсут, УВ – устье р. Вятка, Л.б. – левый берег, Р – русло, П.б. – правый берег)

Исследованиями выявлено, что биомассу на всех исследуемых станциях Камского плеса формировали крупные представители ветвистоусых ракообразных, в основном за счет *D. galeata* (рис. 3).

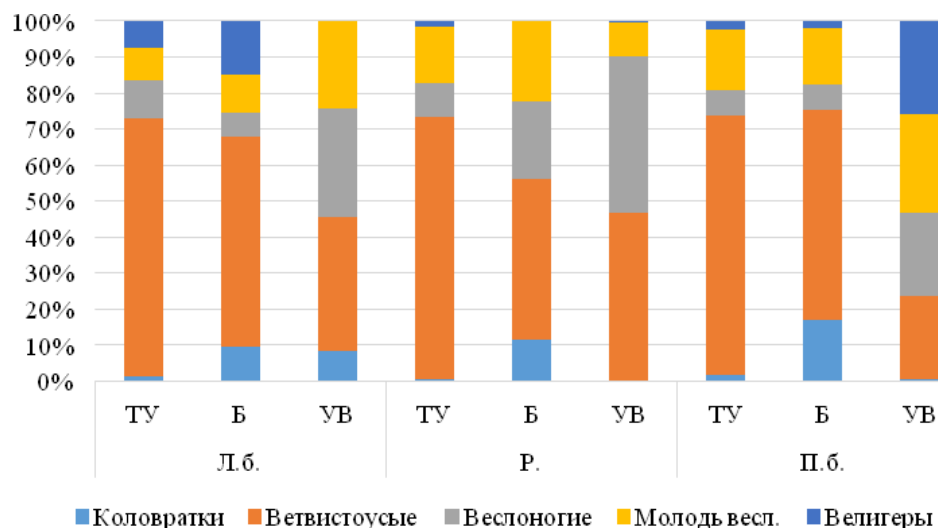


Рис. 3. Процентное соотношение групп зоопланктона по биомассе на трех разрезах акватории Камского плеса Куйбышевского водохранилища (ТУ – с. Троицкий Урай, Б – с. Берсут, УВ – устье р. Вятка, Л.б. – левый берег, Р – русло, П.б. – правый берег)

В районе села Берсута доля коловраток по численности и по биомассе гораздо выше, чем на двух других разрезах. На разрезе устья р. Вятка доля веслоногих рачков по биомассе была самая высокая и формировалась за счет *Heterocope appendiculata* Sars, 1863.

Видовое разнообразие сообщества зоопланктона (H_N) в среднем по Камскому плесу составило $3,12 \pm 0,14$ бит/экз. Самое высокое видовое разнообразие отмечено на левом берегу р. Вятка ($4,10$ бит/экз.), а низкое – на русловом участке в районе с. Берсут ($2,75$ бит/экз.). На всем рассматриваемом участке пойменные станции у левого берега отличались более высоким видовым разнообразием ($H_N = 3,38 \pm 0,21$ бит/экз.), а на русловых станциях данный показатель был ниже ($2,85 \pm 0,05$ бит/экз.).

Таким образом, согласно проведенным исследованиям максимальные количественные характеристики и достаточно высокое структурное разнообразие зоопланктона в Камском плесе Куйбышевского водохранилища отмечались на участке возле с. Троицкий Урай. Это, по-видимому, обусловлено тем, что именно в этом районе самый широкий участок Камского плеса, характеризующийся неглубокой левобережной поймой, что способствует лучшей прогреваемости, и глубокими русловым и правобережным участками, где происходит активное перемешивание водных масс. Наименьшие количественные показатели зоопланктона отмечены на устьевом участке р. Вятка (самый узкий разрез Камского плеса), где наблюдалась наименьшая прозрачность. Можно предположить, что именно здесь отмечалась вспышка синезеленых водорослей, которые подавляют развитие организмов зоопланктона, что характерно для данного времени года.

Список литературы

Андроникова И.Н. 1996. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: «Наука», 189 с.

Аристовская Г.В. 1960. Формирование бентоса Куйбышевского водохранилища в первые годы после полного затопления водоема. Тр. Тат. Отд. ГосНИОРХ, вып. 9, 71-105.

Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. 1979. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных. Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л.: «Наука», 58-79.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. 1982. Ред. Г.Г. Винберг, Г.М. Лаврентьева. Л.: ГосНИОРХ, Зоолог. ин-т АН СССР, 33 с.

Об организации на территории Республики Татарстан государственного природного зоологического заказника регионального значения "Нерестилище стерляди". [Электронный ресурс]: постановление кабинета министров Республики Татарстан от 29.12.2017 г. №1104 (с изменениями на 18.06.2019 г.). Консориум кодекс. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: офиц. сайт. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>. – (Дата обращения 1.11.2019).

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод европейской России. 2010. Т. 1. Зоопланктон. Под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 495 с.

Попов А.И. 2006. Современная структура зоопланктона Саратовского водохранилища и экология биоинвазионных видов. Автореф. дис. канд. биолг. наук. Тольятти, 18 с.

Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. 2003. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 463 с.

Новые сведения о тропическом рачке *Stenocypris* sp. (Ostracoda) в перифитоне водоема-охладителя (г. Тюмень)

А.Г. Герасимов¹, Т.А. Шаранова², А.А. Герасимова², Л.И. Литвиненко¹, К.В. Куцанов¹

¹Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»)

²ФГБУ ФИЦ Тюменский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук (ТюмНЦ СО РАН)

e-mail: g.aleksey72@gmail.com

Ключевые слова: остракоды, *Stenocypris*, водоем-охладитель, зооперифитон, численность.

Аннотация: рассмотрена динамика развития инвазивного ракушкового рачка *Stenocypris* sp. в водоеме-охладителе тюменской ТЭЦ-1 на различных биотопах – в зоне сброса теплых вод с максимальной температурой и зоне умеренного подогрева. Изучение динамики развития *Stenocypris* sp. в перифитоне в летне-осенний период 2016 г. показало, что повышенная температура воды (до 39,4 °С) вследствие сброса теплоносителя ТЭЦ-1 имеет положительное значение на количественное развитие данного рачка. Установлено, что течение не является лимитирующим фактором развития этого вида остракод.

В водоемах-охладителях, создаются условия для обитания южных или тропических видов гидробионтов вне их естественного ареала (Корляков и др., 2014; Протасов и др., 1991; Силаева и др., 2009; Семенова, 2006; Яныгина, 2016). Рачки рода *Stenocypris* распространены в тропических и субтропических водоемах, афротропических, ориентальных, австралийских зоогеографических областях и южных районах Неварктики и Японии. В ряде водоемов южных регионов Европы они считаются инвазивными видами (Семенова и др., 1996; Oscoz et al., 2010).

В водоеме-охладителе Тюменской ТЭЦ-1 *Stenocypris* sp. были найдены при проведении первых исследований зооперифитона в 2005 г. и определены Л.М. Семеновой (ИБВВ РАН) как *Stenocypris* sp. Обнаруженный таксон близок к *S. bronsteini* (Sem.), но все же морфологически эти виды отличались (Semanova et al., 2012).

Целью работы было изучение особенностей количественного развития *Stenocypris* sp. в зооперифитоне на различных биотопах водоема-охладителя Тюменской ТЭЦ-1 в летне-осенний период.

Материал и методика. Проведенные ранее исследования (2005 г.) зооперифитона озера Оброчного (водоем-охладитель ТЭЦ-1 (г. Тюмень)), показали, что наиболее высокая плотность *Stenocypris* sp. отмечена в летне-осенний период. Поэтому изучение данного вида в 2016 г. велось с июня по октябрь, в литоральной зоне (до глубины 1,0 м). Исследование проводили на 5 станциях, отличающихся скоростью течения и температурой воды. Обследованы зона повышенного подогрева воды (максимальная температура до 39,4 °С): на течении (ст.1 – 0,13 м/с, ст. 3 – 0,72 м/с) и без течения (ст.2); зона умеренного подогрева, где температура была ниже на 4-5 градусов, чем на участке с повышенным подогревом: на течении (ст. 5 – 0,54 м/с) и без течения (ст. 4) (рис. 1). Использован измеритель скорости течения «ИСТ-1» с запрограммированным временным интервалом 60 секунд.



Рис. 1. Схема водоема-охладителя Тюменской ТЭЦ-1 и станции отбора проб
*стрелками обозначено направление течения

Температура воды на момент сбора материала изменялась в зависимости от месяца и станции исследования (рис. 2). В августе 2016 г. температура воды достигала максимальных значений (39,4 °С) на 3 станции, минимальные значения были отмечены в октябре (4,4 °С) на 4 станции.

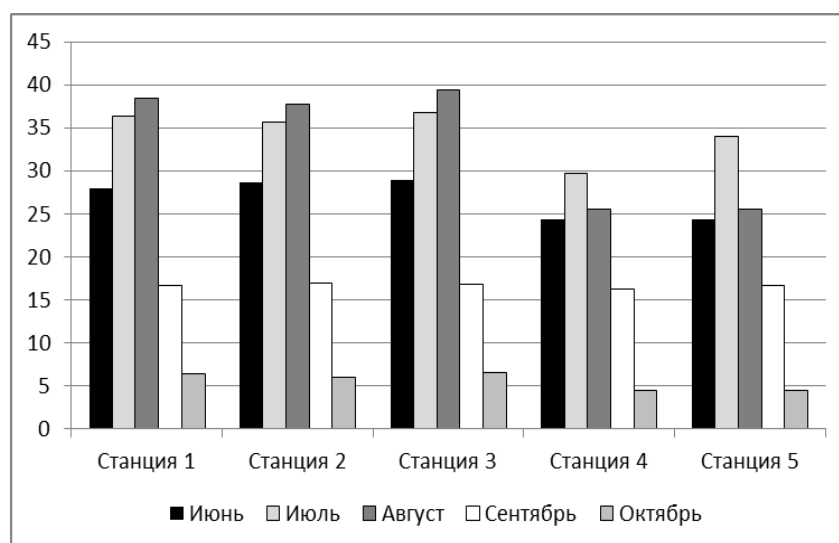


Рис. 2. Температура воды (°C) на исследуемых станциях в 2016 г.

Отбор проб проводили с камней отсыпки, в сбросном канале на бетонных плитах с использованием перифитического скребка, на плесе – с макрофитов. Всего для анализа использованы данные численности рачков из 75 проб, всех найденных в пробах рачков *Stenocypris* sp. промеряли. Математические расчеты проводили с помощью программы Microsoft Excel.

Результаты исследований. Исследования 2005г., показали, что остракоды *Stenocypris* sp. в зоне повышенного подогрева воды (станции 1-3) имеют высокую плотность, пик численности отмечен в августе-сентябре (Sharapova, 2008). Изучение развития *Stenocypris* sp.

в перифитоне 2016 г. показало, что максимальная численность отмечена в зоне сброса подогретых вод и в лотических условиях на станциях 1, 3 и 5. Более низкие значения плотности рачков наблюдали в сбросном канале (ст. 3), что, вероятнее всего, является результатом влияния очень сильного течения (табл.). На лентических участках (ст. 2 и 4) плотность рачков ниже, минимальная отмечена на станции 4, в зоне умеренного подогрева. В среднем за вегетационный период доля рачков *Stenocypris* sp. увеличивается в зоне максимального подогрева. Так, например, в августе 2016 г. при температуре воды до 39,4 °С, на станциях 1 и 3 остракоды *Stenocypris* sp. доминировали (табл.).

Таблица. Средние показатели численности *Stenocypris* sp. за 2016 г., тыс. экз/м²

месяц	станция 1	станция 2	станция 3	станция 4	станция 5
июнь	0,25±0,06	0	0,67±0,04	0	0
июль	32,69±1,85	10,29±0,69	8,50±0,06	0	8,90±0,81
август	30,14±1,05	0,80±0,21	0,31±0,05	0,16±0,03	10,7±0,17
сентябрь	0,25±0,10	0,80±0,39	4,27±0,11	0,80±0,20	1,08±0,08
октябрь	0,46±0,06	0	2,90±0,73	0	0,10±0,06

При размерном анализе было выявлено, что в летне-осенний период встречаются преимущественно особи длиной до 1 мм (на ст. 1 – 100%, на ст. 3 – 95%). В июле рачки найдены на всех станциях. В это время в зоне максимального термического воздействия отмечен пик численности (рис.3). Наибольшая численность рачков выявлена на станции 1, несмотря на высокую температуру и повышенную скорость течения. При анализе размерных характеристик было выявлено, что на течении (ст. 1 и 3) встречались крупные особи *Stenocypris* (1,1-1,6 мм), соответственно, 75 и 90%. На станции 2 доля мелких и крупных форм была практически равна.

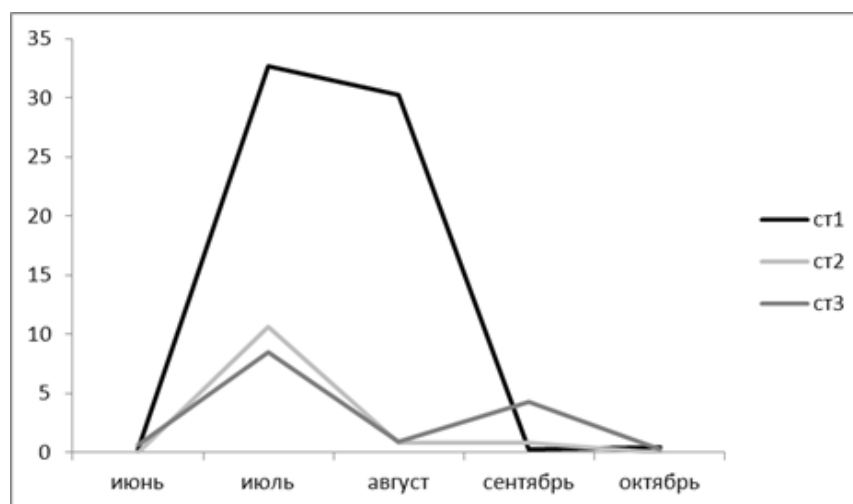


Рис. 3. Изменение численности (тыс. экз/м²) *Stenocypris* sp. в вегетационный период в зоне повышенной термической нагрузки водоема-охладителя

В августе 2016 г. температура воды достигала максимальных значений за период исследований (рис. 2). В зоне с повышенной тепловой нагрузкой в лотических условиях численность рачков в сбросном канале (ст. 3) уменьшилась в 9 раз по сравнению с июнем, а на ст.1 она изменилась незначительно. На лентическом участке (ст. 2) численность *Stenocypris* sp. снизилась в 13 раз. В этот период на первой станции преобладали мелкие особи (61%), а в локациях 2 и 3 доминировали крупные рачки (98-100%). Наряду со снижением температуры в сентябре, существенно снизилась и численность рачков.

Распределение размерных групп рачков имело почти равные значения по станциям. Максимальная численность при этом отмечена на станции 3.

В октябре *Stenocypris* sp. исчезает на лентическом участке (ст. 2), в небольшом количестве встречается на течении (ст. 1 и 3).

В зоне умеренного подогрева водоема-охладителя (станции 4 и 5) в июне *Stenocypris* sp. не был отмечен. В июле, наряду с ростом температуры воды (рис. 2), можно было наблюдать резкое увеличение численности рачка на перекате (станция 5). В размерном аспекте распределение мелких и крупных особей было равным. Но, не смотря на такой рост популяции *Stenocypris* sp., его доля в перифитоне составила лишь 20%.

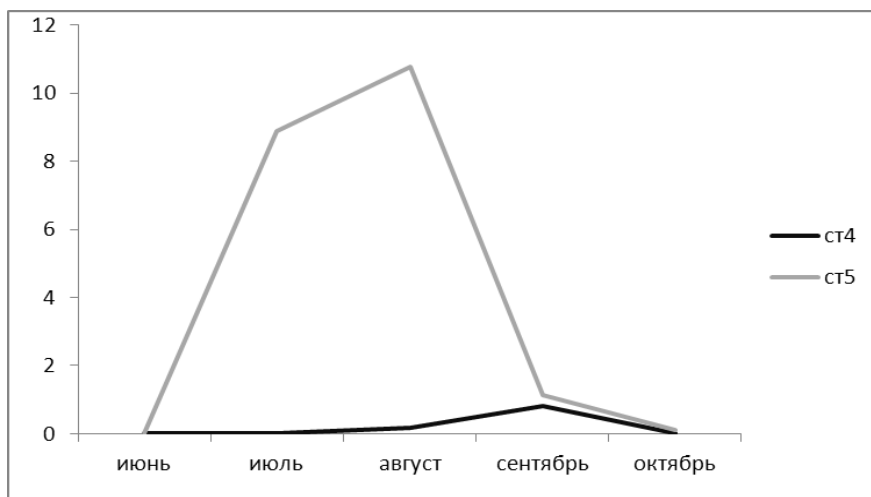


Рис. 4. Изменение численности (тыс. экз/м²) *Stenocypris* sp. в вегетационный период в зоне умеренного подогрева

В августе рачок появляется как на лотическом (ст.5), так и на лентическом участке (ст. 4). Причем в точке 5 численность *Stenocypris* sp. продолжает увеличиваться и составляет 30% от общей численности перифитона. В сентябре, наряду с понижением температуры воды, происходит спад численности рачка на станции 5 почти в 10 раз. На четвертой станции данный показатель увеличился в 5 раз. Доля *Stenocypris* sp. в перифитоне на станции 4 составляло 2%, а на пятой 11% соответственно. В октябре мелкие особи *Stenocypris* sp. единично отмечались на 5 точке исследования. Стоит отметить, что на протяжении всего вегетационного периода в зоне умеренного подогрева размеры рачков на станциях были практически одинаковыми. Судя по резкому снижению численности в октябре можно предположить, что данный представитель остракод в водоеме-охладителе во всех стадиях развития (кроме яиц) полностью исчезает.

Обсуждение результатов исследований. Обобщая полученные данные по численности рачков, можно отметить, что своего максимума данный показатель достиг в июле и августе, в это время температура воды составляла 36,8 – 39,4 °С. Минимальная численность исследуемых остракод в июне и октябре при средних температурах по водоему 23,7 °С и 5,6 °С соответственно.

При анализе развития популяции *Stenocypris* sp. в зоне повышенного подогрева воды, было выявлено, что на всех трех станциях этого участка пик численности был достигнут в июле. Максимальное количественное развитие популяции данных остракод отмечается на первой станции (в июле – 32,69 тыс. экз/м²). При нормальном термическом режиме в 2005 г., когда температура воды в зоне сброса теплых вод была ниже и достигала максимума в июле (28,6 °С) и в августе (29,4 °С), пик численности был отмечен в августе (Яныгина Л.В., 2016).

При анализе развития *Stenocypris* sp. в зоне умеренного подогрева были получены следующие данные: на четвертой станции рачок был единично отмечен лишь в августе и сентябре. Скорее всего, такая картина связана со случайным выносом течением либо

пассивным дрейфом исследуемого организма из других местообитаний. На пятой станции пик численности приходится на период высоких температур воды – июль и август. В другие месяцы исследования можно наблюдать сильный спад численности *Stenocypris* sp.

Заключение. На количественное развитие популяции инвазивного рачка *Stenocypris* sp. в водоеме-охладителе тюменской ТЭЦ-1 оказывают положительное влияние высокие температуры воды в зоне повышенного подогрева воды. Наибольшая численность рачков выявлена на лотических участках водоема. На экспериментальных субстратах рачки предпочитают горизонтальные поверхности.

Список литературы

Корляков К.А., Нохрин Д.Ю. 2014. Тенденции возникновения инвазионного коридора Волга — Обь. Вестн. Совета молодых ученых и специалистов Челяб. обл. 2, 19-38.

Протасов А.А., Сергеева О.А., Кошелева С.И. и др. 1991. Гидробиология водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины. Киев, Наукова думка, 192 с.

Силаева А.А., Протасов А.А., Ярмошенко Л.П., Бабарига С.П. 2009. Инвазийные виды водорослей и беспозвоночных в водоеме-охладителе Хмельницкой АЭС. Гидробиологический журнал 45(6), 13-24.

Семенова Л.М. 2006. Новые виды острокод рода *Stenocypris* Sars, 1889 (Crustacea, Ostracoda) в водоемах России и Узбекистана. Биология внутренних вод 3, 13-17.

Яныгина Л.В. 2016. Региональные особенности вселения чужеродных видов макробеспозвоночных в водные экосистемы бассейна р. Обь. Сибирский экологический журнал 23(3), 459-467.

Semenova L.M., Sharapova T.A. 2012. Ostracods (Crustacea and Ostracoda) in the zooperiphyton of waterbodies and watercourses of Tyumen oblast (Western Siberia). Inland Water Biology 5(1), 61-66.

Oscoz J., Tomas P., Duran C. 2010. Review and new records of non-indigenous freshwater invertebrates in the Ebro River basin (Northeast Spain). Aquatic Invasions 5(3), 263-284.

Анализ гидрохимических показателей Борисовского пруда в весенне-летний период 2019 г.

*М.О. Гнатенко, Н.И. Кочетков, М.Д. Царьков, Л.Л. Брежнев, О.Г. Бугаев, Д.Л. Никифороф-
Никишин*

МГУТУ имени К.Г. Разумовского (ПКУ), г. Москва
e-mail: samatrixs@gmail.com

Ключевые слова: малые водоемы, гидрохимия, ПДК, методы изучения водной среды, Борисовский пруд.

Аннотация. В работе по результатам собственных наблюдений и анализу ряда литературных источников по схожей тематике, рассмотрены гидрохимические особенности Борисовского пруда, расположенного на территории природно-исторического парка «Царицыно». Показана динамика ряда гидрохимических параметров.

Введение. Исследованию и мониторингу состояния прудов, находящихся в пределах урбанизированных территорий не уделяется достаточно внимания. Вместе с тем, в последние годы антропогенные факторы, по значимости влияния на химический состав водоемов, находящихся в черте города, обошли природные. Специалистами института Биотехнологий и Рыбного хозяйства проводилось большое количество работ по изучению малых водоемов в том числе по озеру Сенеж (Glebova, 2019; Borodin, 2019).

Формирование химического состава водоема зависит от совокупности физических, химических и биологических процессов, происходящих не только в водоеме, но в водосборе. Одним из основных факторов, влияющем на выше написанные процессы, является расположение водоема. Рядом с парком «Царицыно», в границах которого расположен Борисовский пруд, находятся: жилые здания и автомобильные дороги с интенсивным движением транспорта. К тому же, так как парк является популярным местом отдыха, население активно сбрасывает в водоем бытовой мусор.

Исходя из вышесказанного была сформулирована цель исследования:

Оценка и анализ химического состава воды Борисовского пруда. В работе приведен гидрохимический анализ состояния водоема.

Материал и методология исследования. Борисовский пруд является искусственным проточным водоемом, входящим в состав плеса из трех прудов, разделенным между собой плотинами. Впадающим и вытекающим водотоком является река Городня. Наполнение пруда, помимо реки, осуществляется атмосферными осадками и частично подземными водами источников (Номоконова, 2009). Площадь водоема составляет 0,86 км², береговая линия, включая острова, 6,9 км, средняя глубина 2,5 метра.

Водоем находится на территории районов Орехово-Борисово Северное и Москворечье-Сабурово, граничит с районом Братеево. С 1998 года является частью особо охраняемой территории, природно-исторического парка «Царицыно».

Определение и рассмотрение точек сбора проб воды. Взятие проб воды проводилось по всему периметру Борисовского пруда и в 2-х точках на продолжение р. Городня. Начальная точка сбора (1) проб находится возле Нижней Царицынской плотины, конечная точка (17) также находится возле плотины (с другого берега), расстояние между точками составляет ~250 метров по береговой линии.

Все пробы собирались согласно ГОСТ Р 51592-2000. Вода, общие требования к отбору проб. Сбор производился в ~50 см от берега у поверхности зеркала пруда.

Далее приведена таблица (табл. 1) дат сбора проб, их номера, а также температура воздуха, давление и влажность на момент сбора пробы.

Таблица 1. Номера проб, дата сбора, температура, давление и влажность

Номера проб	Дата сбора	Температура (°C)	Давление (мм.рт.ст.)	Влажность (%)
1-9	6 мая 2019 г.	+23	745	29
10-18	7 мая 2019 г.	+24	741	24
1, 3, 5, 7, 11, 12, 13, 15	24 мая 2019 г.	+17	747	39
1, 3, 5, 7, 11, 13, 15, 18	6 июня 2019 г.	+28	754	28

Также приводится карта координат точек сбора проб воды (Рис. 1).

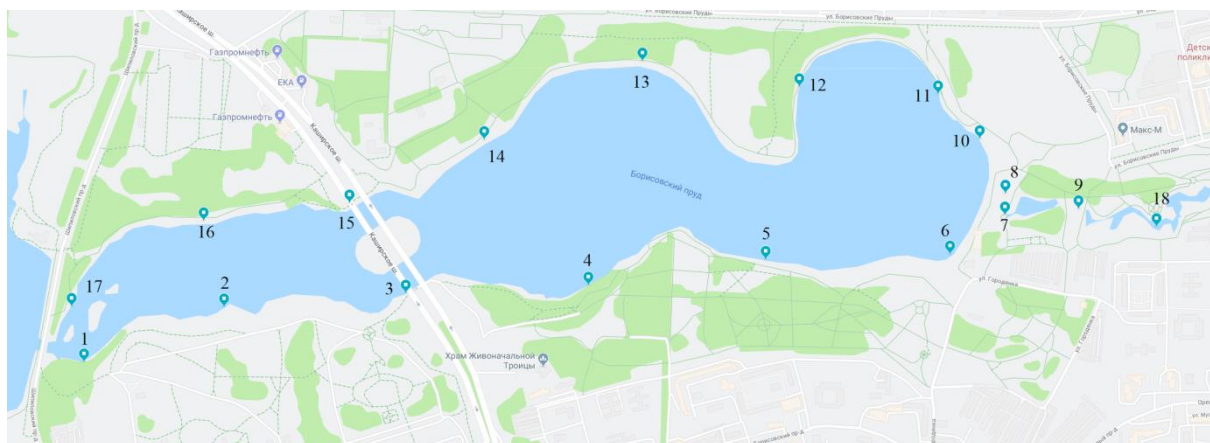


Рис 1. Карта координат сбора проб и замеров содержания кислорода и рН

Результаты фотоколориметрического анализа проб воды. Аммиак и ион аммония. Результаты фотоколориметрии показали, что в период с 6 по 24 мая концентрация аммония и иона аммония находилась на удовлетворительном уровне, только в точках 1, 18 (16 мая 2019 г.), 13 (24 мая 2019 г.) концентрация аммиака и иона аммония доходила до верхней границы ПДК, однако, в результатах проб, сделанных 6 июня, а именно в точке 18 видно 6-ти кратное превышение ПДК, что скорее всего является резким повышением гибели гидробионтов, отмеченное ещё 24 мая (рис. 2).

Наличие в воде аммония в концентрациях выше 1 мг/л снижает способность гемоглобина рыб (Савинкова, 2015). Токсичность аммония возрастает вместе с повышением рН воды. Повышенная концентрация ионов аммония может быть использована в качестве показателя загрязнения водоема и ухудшение его санитарного состояния.

В природной воде NH_4 довольно неустойчив и под влиянием физико-химически и биологически факторов переходит в другие формы соединения азота, что видно на примере точек 1, 7, 13. В которых в период с 6 мая по 6 июня содержание аммония упало с 0,5 мг/л до 0,1-02 мг/л.

Нитриты и нитраты. Результаты лабораторного исследования нитратных и нитритных ионов не показали превышение ПДК ни на одной точке (рис. 3, 4).

Режим NO_3 и NO_2 в стоячей воде характеризуется минимальным содержанием в летний период, во время которого ионы потребляются водной растительностью. На некоторых точках его потребление столь активно, что содержание опускается до

аналитического нуля. Нитритные ионы весьма неустойчивы, особенно в поверхностных водах, где создаются идеальные условия для процесса окисления.

Однако под влиянием растительности его содержание падает сначала в почвах, а после и водоеме.

Фосфаты. Лабораторные анализы показали отчетливую тенденцию к нисходящей увеличению концентрации фосфатов в взятых пробах на всех точках. В пробах, взятых 6 мая 2019 г. концентрация фосфатов не превышает нормы не на одной точке, кроме точки 1, пробы 16 мая эта картина повторяется, однако уже заметно возрастание, например, в точке 3. Результаты проб 6 июня уже свидетельствуют о сильном увеличении концентрации фосфатов, в некоторых точках концентрация фосфатов стала превышать ПДК, пример точки 3, 13, 15, 18 (рис. 6).

Режим соединений фосфора, так же, как и режим соединений азота, заключается в падении содержания в течении весны, с минимумом содержания летом и максимумом зимой (Савинкова, 2015). Обмен неорганическими формами фосфора, с одной стороны, живыми организмами с другой, является о существенным фактором в определении концентрации фосфора в водоеме.

Соединения фосфора являются важным биогенным элементом, лимитирующим развитие водной растительности и общей продуктивности водоема. Поэтому избыток фосфатов, как на точках 15, 18 шестого июня, может привести к неконтролируемому росту растительной биомассы водоема «по данным автора» (Алекин, 1970).

Железо. Результаты фотокolorиметрии также показали восходящую тенденцию к увеличению концентрации железа в воде. Однако стоит заметить, что уже в пробах, взятых 6 мая 2019 г. на некоторых точках было обнаружена концентрация железа на границе ПДК или превышающее его, пробы, взятые позже (16 мая и 6 июня 2019 г.) показывают увеличение концентрации, например на точках 1, 7, 15, и превышение ПДК в 2,5-10 раз (рис.7).

Стоит отметить, что железо включают в группу биогенных элементов состава вод, так как оно является важным питательным элементом для высших водных растений и водорослей. Недостаток железа в воде может стать одним из лимитирующих факторов развития фитопланктона «по данным автор» (Алекин, 1970).

Высокое содержания железа на некоторых точках может быть связана с большим количеством родников вокруг Борисовского пруда.

Хлор. Лабораторные анализы показали не превышающую ПДК концентрацию хлора во всех точках, кроме 11, что скорее всего является следствием обеззараживания воды находящегося в данном участке предприятием водного спорта. Ионы хлора обладают высокой миграционной способностью, они не образуют труднорастворимых соединений и не накапливаются биогенным путем (рис. 5).

Результаты гидрохимического анализа. Температура воды. Результаты замеры температуры показали ожидаемый ее рост на протяжении всего периода сбора проб. Увеличение температуры и постепенное ее достижение высоких летних значений определило интенсивность биологических процессов, происходящих в пруде. Развитие этих процессов имеет очень важное значение для гидрохимического режима водоема, особенно для биогенных веществ (рис. 8).

Содержание кислорода. Результаты замеров показали удовлетворительную концентрацию растворенного в воде кислорода, с ожидаемой сходящей, в виду развития водной фауны, тенденцией.

Стоит отметить, что неоднородность содержания кислорода на разных точках обусловлена легкостью в изменении содержания растворенных газов под влиянием температуры воды. Изменение содержания кислорода в результате сезонного колебания изменяется в разных слоях воды (рис. 10).

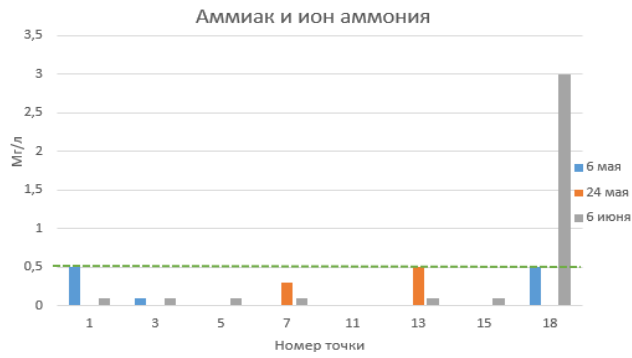


Рис. 2. «Содержание аммиак и ион аммония»

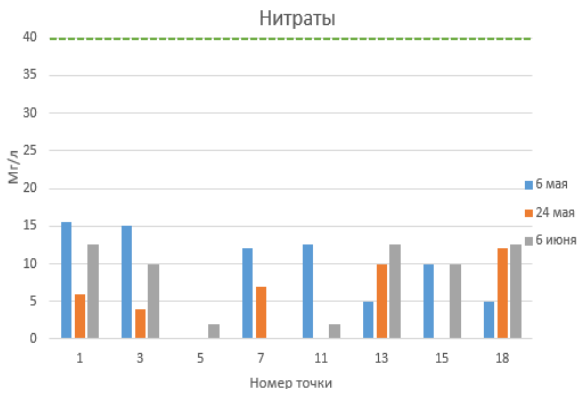


Рис. 3. «Содержание нитратов»

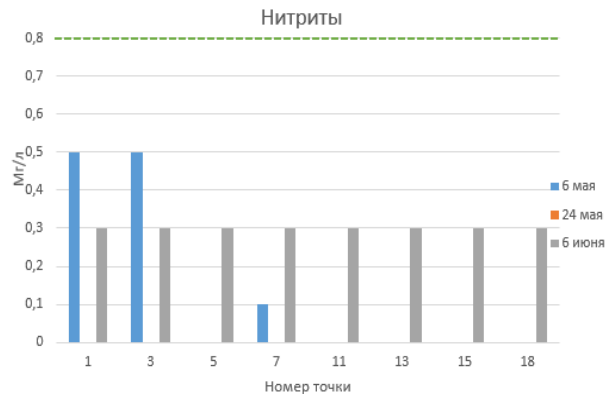


Рис. 4. «Содержание нитритов»

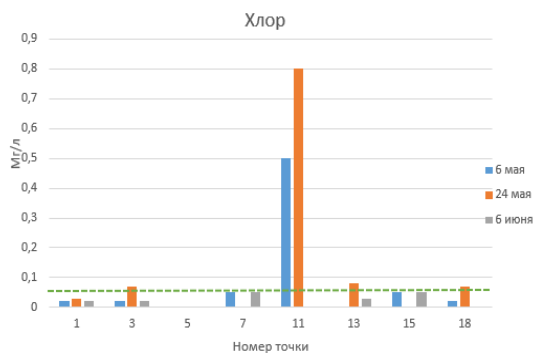


Рис. 5. «Содержание хлора»

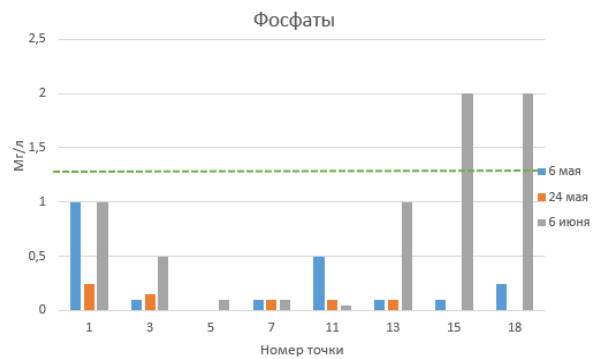


Рис. 6. «Содержание фосфатов»

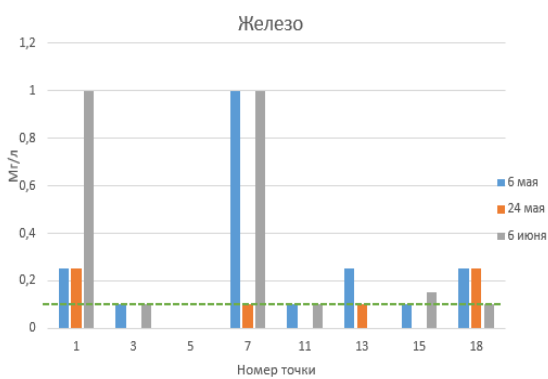


Рис. 7. «Содержание железа»

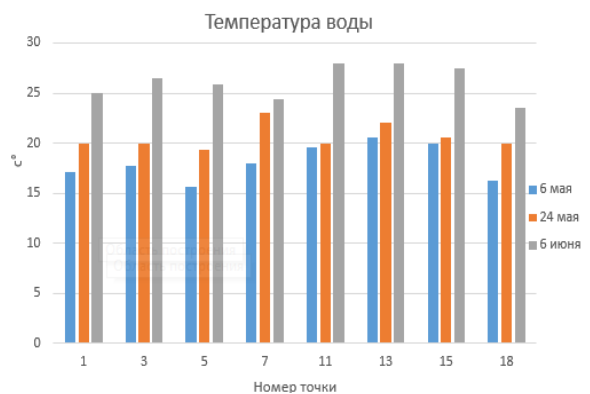


Рис. 8. «Температура воды»

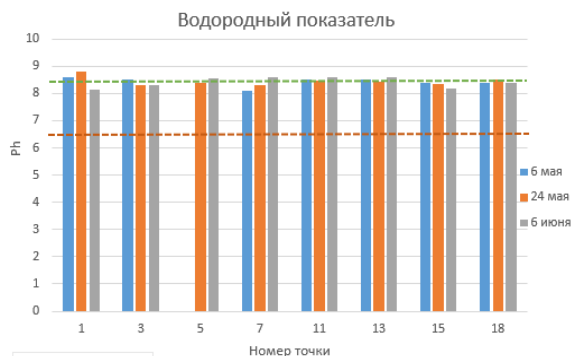


Рис. 9. «Водородный показатель»

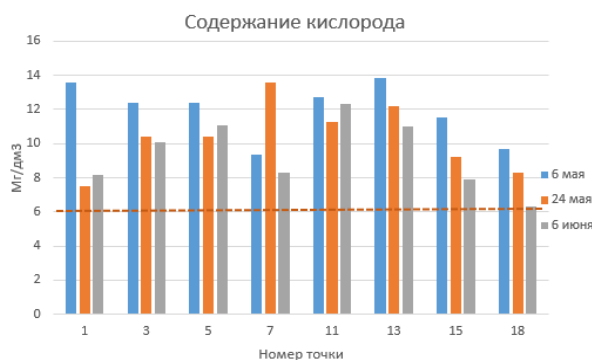


Рис. 10. «Содержание кислорода»

Водородный показатель. Замеры показали нормальные значения водородный показателя, в пределах ПДК (рис. 9).

Выводы. Таким образом, во-первых, из приведенной выше информации можно заключить, что общее ухудшение гидрохимического режима Борисовского пруда связано с увеличившейся в последние годы антропогенной нагрузкой, в первую очередь это связано с увеличившемся, ввиду модернизации парковой зоны, количеством людей, а вместе с тем попадающим в воду бытовым мусором. Также значительно увеличился трафик, проходящего сквозь Борисовский пруд, Каширского шоссе.

Во-вторых, гибель гидробионтов является следствием повышающейся концентрации железа (график 5) и фосфатов (график 4), которые попадают в воду с оседающей пылью и сточными водами, в свою очередь, разлагающаяся органика приводит к увеличению концентрации нитритов (график 2), нитратов (график 3.), аммиака и ион аммония (график 1), что привело к бурному развитию водорослей и водных растений, а их гибель приводит к дефициту кислорода (график 8) в воде и накоплению токсичных метаболитов.

Список литературы

Савинкова О.В. 2015. Химический состав и качество вод озер сладкое и травянка павлодарской области в 2014 г. Гидрометеорология и экология 3, 177-181.

Алекин О.А. 1970. Основы гидрохимии. Отв. ред. С.В. Бруевич. - Л. : Гидрометеорол. изд-во.

Запорожец О.А., Зинько Л.С., Качан И.А. 2007. Твердофазно-спектрофотометрическое и тест-определение сосуществующих форм фосфора в воде. Журнал аналитической химии 62(12), 1271-1275.

Glebova I.A. et al. 2019. Investigation of the Presence of Mutagens in the Coastal Part of Lake Senezh near the Highway. Ekoloji 28(107), 385-390.

Borodin A.L. et al. 2019. Assessment of the Factors and Consequences of the Presence of Genotoxicity of the Coastal Waters of Lake Senezh. Ekoloji 28(107), 433-441.

Номоконова В.И. 2009. Гидрохимический режим и трофическое состояние озер Самарской Луки и сопредельной территории. Известия Самарского научного центра Российской академии наук 11, 1-1.

ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб [электронный ресурс] <http://www.vashdom.ru/gost/51592-2000/> (дата обращения 19.05.2019)

О новой находке паразитической нематоды *Mooleptus rabuka* в кошачьей акуле (Тихий океан)

И.И. Гордеев^{1,2}, С.Г. Соколов³, А.М. Орлов^{1,3,4,5,6}, С.Ю. Орлова¹

¹ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

²МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

³ИПЭЭ РАН, г. Москва

⁴ДГУ, г. Махачкала

⁵ТГУ, г. Томск

⁶ПИБР ДНЦ РАН, г. Махачкала

e-mail: gordeev_ilya@bk.ru

Ключевые слова: Nematoda, *Mooleptus rabuka*, *Apristurus fedorovi*, паразитология.

Аннотация: Особи *Apristurus fedorovi* были пойманы в районе Императорского хребта в ходе глубоководной съемки на НИС «Профессор Кагановский» весной 2019 года. В желудке были найдены нематоды *Mooleptus rabuka*. Это пятая зарегистрированная поимка данного вида паразитических нематод.

Паразитическая нематода *Mooleptus rabuka* (Machida, Ogawa & Okiyama, 1982) Özdikmen, 2010, изначально описанная как *Metaleptus rabuka*, является единственным представителем рода *Mooleptus* Özdikmen, 2010, входящего в семейство Gnathostomatidae (Moravec, Nagasawa, 2000). На данный момент зарегистрировано всего четыре находки этого редкого паразита глубоководных рыб. Типовая локализация – желудок и кишечник, типовой хозяин – плащеносная акула *Chlamydoselachus anguineus* Garman, 1884. Акула была выловлена в 1980 году близ тихоокеанского побережья острова Хонсю (Япония) (Machida, Ogawa & Okiyama, 1982). Также близ побережья о. Хонсю на глубине 500-1000 метров было найдено 13 личинок *M. rabuka* в верхней части головы *Cyclothone atraria* Gilbert, 1905 (Machida, Ogawa & Okiyama, 1982). Вторая находка *M. rabuka* (28 нематод) была сделана в водах Японии (тихоокеанские воды префектур Иватэ и Аомори, северная часть о. Хонсю, глубина 1290-1300 м) в 1978 г. (Moravec, Nagasawa, 2000). В этот раз в качестве хозяина была зарегистрирована кошачья акула Федорова *Apristurus fedorovi* Dolganov, 1983, локализация – кишечник. Третья зарегистрированная находка также произошла в водах Японии – 48 особей *Apristurus japonicus* Nakaya, 1975 и 41 особь *A. fedorovi* были пойманы в ходе тралений на глубине от 650 до 1505 метров у восточного побережья острова Хонсю и Хоккайдо в период с 1978 по 1999 год (Ando et al., 2002). *Mooleptus rabuka* была найдена в кишечнике и желудке всех исследованных особей кошачьей акулы Федорова, в то время как из 41 исследованной особи *A. japonicus* только две были заражены нематодами, которые локализовались только в желудке. Показатели зараженности по Bush et al. (1997) составили: экстенсивность – 100%, интенсивность от 4 до 494, средняя интенсивность – 230 для *A. fedorovi* и экстенсивность – 4,9%, интенсивность от 7 до 37, средняя интенсивность – 22 для *A. japonicus*. Последняя известная находка была сделана в водах Чили (Rodríguez et al., 2012). Три особи носатой чёрной кошачьей акулы *Apristurus nasutus* de Buen, 1959 были выловлены в апреле-мае 2006 г на глубине 570-592 м на подводной части хребта у архипелага Хуан-Фернандес в юго-восточной части Тихого океана. Две из трех исследованных особей были заражены нематодами *M. rabuka* (экстенсивность 67%, интенсивность 0-100, средняя интенсивность 41,3, локализация – кишечник и желудок).

Мы сообщаем о новой регистрации этого паразита у акулы *A. fedorovi*. Особь *A. fedorovi* была поймана на НИС «Профессор Кагановский» в 12 апреля 2019 года при проведении глубоководной траловой съемки (Сомов и др., 2019) на Императорской хребте

(подводная гора Оджин, Тихий океан) на глубине 1025 метров (37°57'6 с.ш., 170°24'7 в.д.). В желудке акулы было обнаружено более десятка нематод *Mooleptus rabuka*. Точные данные об интенсивности инвазии, к сожалению, отсутствуют.

По всей видимости, *M. rabuka* паразитирует в ограниченном круге селяхий, обитающих исключительно на материковом склоне и подводных горах Тихого океана.

Список литературы

Сомов А.А., Канзепарова А.Н., Важова А.С., Хлебородов А.С., Зуев М.А., Слабинский А.М., Орлова С.Ю., Курносоев Д.С., Беляев В.А., Орлов А.М. 2019. Некоторые предварительные результаты исследований на Императорском хребте в апреле 2019 г. Труды ВНИРО 175, 208-219.

Ando T., Nagasawa K., Nakaya K. 2002. Stomach contents and nematode infection of two deep-water catsharks, *Apristurus fedorovi* and *A. japonicus*, from Northern Japan // Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 53(1), 41–43.

Bush A.O., Lafferty K.D., Lotz J.M., Shostak A.W., Shostak A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. J. Parasitol. 83, 575–583.

Machida M., Ogawa K., Okiyama M. 1982. New nematode (Spirurida, Physalopteridae) from frill shark of Japan. Bulletin of the National Science Museum. Series A: Zoology 8, 1-5.

Moravec F., Nagasawa K. 2000. Two remarkable nematodes from sharks in Japan. Journal of Natural History 34(1), 1-13.

Rodríguez S.M., D'Elía G., George-Nascimento M. 2012. New host and geographical record for *Mooleptus rabuka* (Nematoda: Gnathostomatidae) in the largenose catshark *Apristurus nasutus* (Carchariniformes: Scyliorhinidae) off Juan Fernández Archipelago, Chile. Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 47(1), 161–165.

Сезонная и межгодовая изменчивость удельной массы яичников горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* северо-восточной Камчатки

А.В. Гриценко

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

e-mail: gritsenko@vniro.ru

Нормативный показатель удельной массы яичников (УДМ) тихоокеанских лососей определяется как процентное отношение массы яичников к общей массе улова без рассортировки рыб на самок и самцов (Методики..., 2002, 2010). Аналогично другим нормативным показателям (удельной массе разделанной, мороженой рыбы, зернистой икры и т.д.) УДМ определяют для каждого района и сезона промысла отдельно (Методики..., 2010). ОКР по каждому виду рыбы проводят не реже чем один раз в три дня (через два дня на третий), либо ежедневно (Методики..., 2002).

Согласно методикам проведения ОКР, при определении УДМ отобранных для анализа производителей сортируют по половому признаку и взвешивают в дальнейшем раздельно (Методики..., 2002; 2010). Это даёт возможность определить значение данного показателя как по отношению к массе всего улова, (т.е. использовать данный показатель в нормативно-контрольных целях), так и дискретно к массе самок, что позволяет получить представления о механизмах формирования величины УДМ (Гриценко, Ельников, 2013; Гриценко, Харенко, 2015). Последнее обстоятельство приобретает определяющее значение как при установлении видовой специфики данных механизмов, так и при оценке внутривидовых особенностей данного явления. Для выполнения этих различных по своему смыслу задач, в нашей работе мы определяли УДМ как дифференцировано от самок, так и от всего улова в целом.

УДМ производителей горбуши определяли в течение девяти лет (2007-2015 гг.) в двух заливах северо-восточного побережья Камчатки – Олюторском и Карагинском. С 2007 по 2009 год исследования проводили только в Олюторском заливе, в период нерестовых подходов 2010-2013 гг. – в двух заливах параллельно, в 2014 г. – в Карагинском, а в 2015 г. – в Олюторском. В Олюторском заливе рыб для анализов отбирали из уловов ставных неводов, расположенных непосредственно в заливе – к северо-западу и юго-востоку от устья р. Апука, а также из уловов ставных сетей и закидных неводов в низовьях этой реки (на расстоянии 13-16,5 км от устья). В Карагинском заливе пробы отбирали из уловов ставных неводов, расположенных с внешней и внутренней сторон бухты Оссора и у острова Карагинский.

В соответствии с установленной методикой периодичностью отбора проб, анализ сезонной динамики УДМ тихоокеанских лососей проводили по пятидневным интервалам на основании случайно отобранных проб (Методики..., 2002; 2010). За период промысла выполняли до 27 работ, с изъятием по 50-100 экз. производителей горбуши для каждой.

Полученные данные о сезонной изменчивости УДМ от самок горбуши в двух исследованных заливах северо-востока Камчатки представлены в таблице 1. Процент УДМ от самок горбуши Олюторского залива изменялся на протяжении 8 лет наблюдений от 9,9 % (вторая пятидневка июля 2015 г.) до 14,2% (пятая пятидневка июля 2011 г.), при среднем значении $12,1 \pm 0,2$ % (табл. 1). Данный показатель всегда увеличивался от начала к концу нерестового хода, достигая максимума в пятой-шестой пятидневках июля. При этом в чётные годы в четвёртой пятидневке июля его значение либо несколько снижалось (2008 и 2012 г.), либо оставалось практически стабильным (2010 г.).

Таблица 1. Сезонная динамика удельной массы яичников от самок горбуши Олюторского и Карагинского заливов в 2007-2015 гг., %

Годы	Период наблюдений					
	01.07-05.07	06.07-10.07	11.07-15.07	16.07-20.07	21.07-25.07	26.07-31.07
Олюторский залив						
2007	–	10,60	10,73	11,74	12,28	12,75
2008	10,33	–	12,57	12,43	13,80	13,15
2009	–	10,18	–	10,86	–	13,34
2010	10,44	11,39	12,44	12,48	13,72	13,59
2011	10,83	–	12,84	14,08	14,20	13,74
2012	–	11,12	11,30	10,97	13,04	–
2013	–	10,89	11,44	12,33	12,61	13,59
2015	9,92	10,83	11,25	12,24	11,80	12,71
Карагинский залив						
2010	11,05	12,72	13,96	–	–	–
2011	10,55	11,90	11,92	12,17	13,02	13,25
2012	–	–	11,00	11,31	11,78	13,38
2013	10,28	10,80	11,51	12,01	12,57	13,58
2014	11,35	11,21	12,21	11,43	12,57	12,84

Наибольших значений УДМ от самок горбуши достигла в июле 2011 г., когда в течение каждого пятидневного периода нерестового хода её величина оказалась максимальной. Минимальные значения этого показателя распределены по пятидневным периодам неравномерно. Согласно собранным данным, для первой и пятой пятидневки июля наименьшим его значение было в 2015 г., для второй и четвертой – в 2009 г., для третьей – в 2007 г., для шестой – в 2007 и 2015 гг. (табл. 1). Стандартное отклонение УДМ, характеризующее амплитуду её сезонных колебаний, в целом для двух поколений горбуши равнялось 1,22% (1,18 и 1,26% для поколения чётных и нечётных лет соответственно). Коэффициент вариации (CV) УДМ за период наблюдений составил 9,7% для самок горбуши поколения чётных лет и 10,5% для самок поколения нечётных лет (или 10,1% для самок двух генеративно разделенных линий в целом).

У самок горбуши, выловленных в Карагинском заливе, УДМ в 2010-2014 гг. варьировала от 10,3% (первая пятидневка июля 2013 г.) до 14,0% (третья пятидневка июля 2010 г.), находясь, таким образом, в пределах, близким к установленным в Олюторском заливе (табл. 1). В целом на протяжении нерестового хода УДМ также увеличивалась, достигая максимума в последней пятидневке июля. Её среднее значение за 5 лет наблюдений составило $12,0 \pm 0,2\%$. В чётные и нечётные годы наблюдений среднее значение УДМ практически не отличалось ($12,1 \pm 0,3\%$ и $12,0 \pm 0,3\%$ соответственно).

Минимальные пятидневные значения этого показателя были распределены по годам наблюдений неравномерно (римская цифра – порядковый номер пятидневки июля): I, II – 2013 г., III, IV, V – 2012 г., VI – 2014 г. Наибольшие значения, в отличие от Олюторского залива, не относятся к одному году наблюдений, а распределены следующим образом: I – 2014 г., II, III – 2010 г., IV, V – 2011 г., VI – 2013 г. (табл. 1). Среднеквадратическое отклонение полученных значений, согласно собранным материалам, составило в целом для двух поколений 0,99% (0,96% и 1,05% для поколения чётных и нечётных лет соответственно). Коэффициент вариации (CV) УДМ от самок чётного поколения за период наблюдений составил 8,0%, нечётного – 8,8%, в целом для двух смежных поколений горбуши – 8,2%.

При рассмотрении УДМ от всего улова, без разделения на самок – самцов, можно видеть, что динамика этого показателя на протяжении нерестового хода отличается от рассмотренной выше. В течение 9 лет наблюдений его сезонное значение существенно варьировало (табл. 2).

Таблица 2. Сезонная динамика удельной массы яичников горбуши Олюторского и Карагинского заливов в 2007-2015 гг. (без разделения улова на самок и самцов), %

Годы	Период наблюдений					
	01.07-05.07	06.07.-10.07	11.07-15.07	16.07-20.07	21.07-25.07	26.07-31.07
Олюторский залив						
2007	–	3,99	4,87	5,29	8,01	5,84
2008	4,85	–	6,70	4,60	3,49	6,52
2009	–	3,51	–	4,70	–	8,74
2010	2,14	5,57	8,24	5,92	8,18	6,41
2011	1,70	–	5,38	9,73	5,55	7,40
2012	–	4,08	5,69	6,77	6,82	–
2013	–	4,94	5,23	6,13	8,14	7,79
2015	2,34	2,45	4,97	6,10	6,89	9,74
Карагинский залив						
2010	3,63	3,99	6,51	–	–	–
2011	2,75	5,24	4,72	4,88	4,72	5,72
2012	–	–	1,35	5,44	6,17	7,54
2013	3,82	4,83	5,54	7,83	9,10	10,37
2014	3,22	5,06	5,93	6,33	5,68	5,83

УДМ горбуши Олюторского залива изменялась от 1,7 % (в первой пятидневке июля 2011 г.), до 9,7% (в четвёртой пятидневке 2011 г.), в среднем составив $5,8 \pm 0,6\%$ (табл. 2). Коэффициент вариации (CV) данного показателя достиг 34,4% (т. е. существенно превысил таковой при рассмотрении показателя дифференцировано от самок), что говорит о высокой степени неоднородности полученных данных и наличии неопределённости в распределении полученных значений.

Данные таблицы 2 не предоставляют возможности говорить о наличии определённой тенденции в сезонной динамике колебаний УДМ горбуши, поэтому при оценке механизмов её формирования в качестве фактора, определяющего её динамику, необходимо рассматривать соотношение полов (долю самок в уловах), которая, в свою очередь изменяется на протяжении нерестового хода. В соответствии с этим, УДМ увеличивается в те периоды, когда доля самок возрастает и уменьшается в те пятидневки, когда она сокращается (Гриценко, Ельников, 2013).

Зависимость между этими двумя показателями наиболее достоверно описывается полиномиальной функцией второго порядка. Коэффициент детерминации (R^2) равен 0,9423 в первом случае и 0,9471 во втором, что говорит о наличии высокой достоверной взаимосвязи между этими двумя величинами (рис. А, Б).

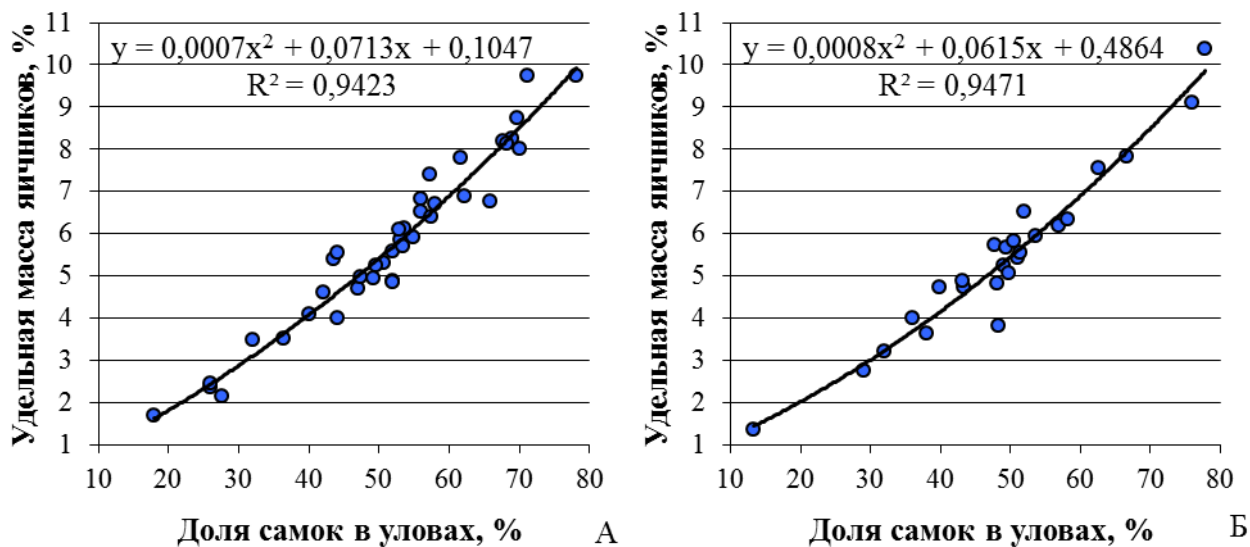


Рис. Зависимость удельной массы яичников горбуши (%) от доли самок в уловах (%) в Олюторском (А) и Карагинском (Б) заливах.

Выделяется идентичный характер установленной зависимости для двух исследованных районов (рис. а, б). Как следует из графиков, в Олюторском заливе доля самок в уловах горбуши колебалась от 18,0 до 78,1%. В Карагинском – от 13,3 до 77,8%. Крайним значениям этого показателя соответствуют максимальные и минимальные значения УДМ (1,7 и 9,7% в Олюторском районе и 1,4-10,4% в Карагинском).

Проведённые исследования позволили установить характерные особенности сезонной и межгодовой динамики УДМ горбуши двух районов северо-восточной Камчатки. Установлено, что на периферии ареала (в Олюторском районе) сезонная и межгодовая изменчивость УДМ горбуши, более выражена, чем в центре воспроизводства (Карагинском заливе), что, видимо, обусловлено более сложной внутривидовой структурой нерестовых стад, не характерной для периферии ареала. Установлено, что сезонная изменчивость нормативного показателя удельной массы яичников горбуши северо-восточной Камчатки зависит от доли самок в уловах. Функциональный вид данной зависимости и достоверность её аппроксимации в Олюторском и Карагинском заливах не различаются.

Коэффициент вариации УДМ горбуши, рассчитанной как отдельно от самок, так и от всего улова выше в Олюторском заливе, нежели в Карагинском, что также подтверждает вывод о существенно большей однородности её нерестовых стад в Карагинском заливе.

Средняя УДМ от самок горбуши в Олюторском и Карагинском районах за период наблюдений была практически равна (12,1 и 12,0% соответственно).

Разнонаправленность изменений показателей массового соотношения полов, и удельной массы яичников смежных поколений горбуши следует соотносить с их разнокачественностью и учитывать при мониторинге и прогнозировании величины удельной массы яичников горбуши в различных районах промысла.

Список литературы

- Гриценко А.В., Ельников А.Н. 2013. Об оценке величины вылова тихоокеанских лососей по выходу ястыков икры. Рыбное хозяйство 2, 65-70.
- Гриценко А.В., Харенко Е.Н. 2015. Взаимосвязь биологических показателей тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* с динамикой их численности на северо-востоке Камчатки. Вопросы ихтиологии 55(3), 356-367.

Методики проведения опытно-контрольных работ при производстве продукции из лососевых рыб для установления показателей технологического нормирования. М.: ВНИРО, 2010. 17 с.

Методики определения норм расхода сырья при производстве продукции из гидробионтов. Под ред. Е.Н. Харенко. М.: ВНИРО, 2002. 270 с.

Анализ пищевой ценности карпа, выращенного в индустриальных условиях

Ю.А. Гусева, Т.И. Котлова

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова (Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова), г. Саратов
e-mail: yuliyguseva@yandex.ru

Ключевые слова: карп, аминокислотный состав, аминокислотный скор, биологическая ценность, протеин.

Аннотация: Основной задачей товарного рыбоводства является выращивание рыбы в наиболее короткий срок и с минимальными затратами. Одним из основных факторов, влияющих на быстрый рост рыбы, является поддержание оптимальных условий выращивания и полноценность кормления. Сбалансированность кормов влияет не только на продуктивность, но и на качество рыбной продукции. Нами были проведены исследования по изучению морфологического, химического и аминокислотного состава тела карпа при выращивании в индустриальных условиях.

Продукты питания, производимые рыбной промышленностью, являются важным источником белка животного происхождения. Во многих странах и, особенно, в прибрежных государствах аквакультура рассматривается, как основной компонент продовольственной безопасности государства, выполняя важную роль в обеспечении людей рыбными продуктами питания.

Одной из важнейших основ интенсификации аквакультуры является рациональное кормление, основанное на применение высокоэффективных комбикормов. Современные тенденции рационального и эффективного кормления требуют весьма значительного смещения акцентов в сторону детализации рационов, особое значение здесь приобретает протеиновое питание, вследствие исключительной роли белка в жизнедеятельности организма (Карасев, 2015).

Разработкой и совершенствованием рецептов комбикормов для организации полноценного кормления занимается ряд ведущих ученых данной отрасли (Остроумова, 2001; Щербина, Гамыгин, 2006; Складов, 2008; Пономарев и др., 2013; Поддубная, 2013; Васильев, 2015). Рецептура кормов для рыб разных видов и возраста постоянно обновляется, в их состав вводятся новые компоненты и кормовые добавки, отражающие новейшие данные по изучению физиологии и обмена веществ у гидробионтов.

Научные исследования по определению пищевой ценности карпа, выращенного в индустриальных условиях, проводился на базе рыбоводного хозяйства ООО «Центр индустриального рыбоводства» Энгельсского района Саратовской области.

Цель исследований – провести оценку пищевой ценности мышечной ткани карпа при использовании панкреатического гидролизата соевого белка в его рационе.

Тема данных научных исследований была утверждена Советом по грантам Президента Российской Федерации и выполнялась за счет средств гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых (№МК-6216.2018.11).

Для опыта было отобрано 1800 особей карпа парской породы, возраст (1+), с навеской 21,0 г и распределены по 600 шт в 3 садка, продолжительность исследований составила 18 недель.

Молодь I группы получала комбикорм, состоящий из: шрота подсолнечного – 30,5%, сорго – 11,0%, ячменя – 6,0%, пшеницы – 5,5 %, рыбной муки – 10,0%, дрожжей кормовых – 34,0%, фосфора неорганического – 1,0%, мела – 1,0% и премикса – 1,0%. Для II и III групп

использовали тот же гранулированный комбикорм с введением в него панкреатического гидролизата соевого белка методом распыления 0,75 мл и 1,0 мл на 1 кг ихтиомассы, соответственно.

Суточную норму корма рассчитывали с учетом температуры воды и массы рыбы. Ежедневно определяли поедаемость корма и выживаемость рыбы.

Рыбу выращивали в плавучей системе садков для научных исследований по содержанию и выращиванию рыбы, разработанной Васильевым, Карасевым и Поддубной (2013) и изготовленной из безузловой латексированной дели размером 2,5×2,5×3,2 м, с размером ячеек стенок 10 мм, а дна 3 мм.

В наших исследованиях товарные качества рыбы, выращенной в индустриальных условиях изучали по окончании научно-хозяйственного опыта, для этого определяли соотношение съедобных и несъедобных частей тела по принятым в рыбоводстве методикам Кудряшева, Саватеева и Саватеева (2007). Для проведения исследований отбирали по три особи из каждой подопытной группы.

Анализ химического состава мышечной ткани устанавливали по общепринятым методикам.

Первоначальную влагу, определяли по AFNOR NF V04-401 Meat, meat products and fishery products - Determination of moisture content.

Определение сырой золы проводили по ГОСТ 31727-2012 (ISO 936:1998). Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли общей золы.

Определение жира проводили по обезжиренному остатку по ГОСТ 23042-2015. Мясо и мясные продукты. Методы определения жира.

Определение протеина проводили по методу Кьельдаля.

Для определения кальция использовали ГОСТ Р 55573-2013. Мясо и мясные продукты. Определение кальция титриметрическими методами.

Для определения фосфора использовали колориметрический метод ГОСТ 32009-2013 (ISO 13730:1996). Мясо и мясные продукты. Спектрофотометрический метод определения массовой доли общего фосфора.

Безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) определяли расчетным методом.

Идентификацию аминокислот проводили с применением предколоночной модификации 6-аминоквинолин гидроксисукцинамидил карбаматом – AccQ по методу Waters AccQ-Tag с использованием набора реактивов WAT 052880. Данный метод обеспечивает специфическую количественную модификацию первичных аминогрупп, аминокислот и аминокислот, характеризуется высокой чувствительностью и высокой эффективностью разделения.

Полученные экспериментальные данные были подвергнуты биометрической обработке с учетом рекомендаций Тарчокова Т. Т., Максимова В. И., Юлдашбаева Ю. А. (2016) с использованием программного пакета MS Excel 2013.

Мясо карпа – источник легкоусвояемого белка, который по количеству незаменимых аминокислот конкурирует с курицей, говядиной и лососем. Его относят к диетическим продуктам питания (Косарева, 2013; Мухаметшин, 2019).

Важным показателем при определении пищевой ценности рыбы является ее морфологический состав.

При определении соотношения съедобных и несъедобных частей тела рыбу взвешивали. Затем удаляли чешую, плавники, отрезали голову, извлекали внутренности, отделяя при этом внутренние органы. Далее с тушки срезали филе, отделяя мясо от костей, и снимали с него кожу. Взвешивали различные части и рассчитывали соотношение съедобных и несъедобных частей рыбы, выраженное в процентах к массе рыбы (табл. 1).

Оценка морфологического состава тела подопытных карпов выявила достоверное изменение массы тканей и органов. С добавлением в рацион панкреатического гидролизата соевого белка достоверно увеличилось содержание мышечной ткани во II и III группах, по сравнению с I. Так же было отмечено повышение массы съедобных частей во II группе на

15,8%, а в III группе на 15,4% и уменьшение выхода несъедобных частей от массы тушки во II группе на 12,3%, а в III группе на 12,8%, по сравнению с I группой.

Таблица 1. Результаты контрольного убоя подопытных карпов, г

Масса	Группа		
	I	II	III
Рыбы	615,70±3,2	706,20±3,4	705,30±3,1
Головы и плавников	101,59±2,4	117,23±2,2**	117,79±2,3**
Кожи	27,71±1,3	29,66±1,0	28,21±1,2
Костной ткани	51,72±1,1	58,61±1,3*	58,54±1,0*
Мышечной ткани	397,74±2,3	462,56±2,1***	461,27±2,2***
Внутренние органы и жир	16,01±0,7	16,95±0,9	16,22±0,8
Жабр, слизи, крови, полостной жидкости	20,93±0,8	21,19±0,7	23,27±0,9
Съедобных частей	413,75±2,1	479,51±2,0***	477,49±2,2***
Несъедобных частей	201,95±1,2	226,69±1,3***	227,81±1,0***

* $P \geq 0,95$, ** $P \geq 0,99$, *** $P \geq 0,999$

Пищевая ценность карпа обусловлена химическим составом его основных тканей, а биологическую ценность его определяет белковая часть. Мышечная ткань, как известно, имеет сложный химический состав, включающий в себя воду, белки, жиры, минеральные вещества, уровень содержания которых зависит от многих факторов, таких, как кормление и условия содержания (табл. 2).

Таблица 2. Химический состав мышечной ткани карпа, %

Показатель	Группа		
	I	II	III
Влага	75,6±1,3	72,6±1,4	74,8±1,2
Сырой протеин	18,9±0,2	21,9±0,5*	19,6±0,3*
Сырой жир	2,7±0,3	3,0±0,2	3,2±0,4
Зола	2,8±0,1	2,5±0,2	2,4±0,1

* $P > 0,95$

Анализируя полученные нами данные, можно сказать, что в мышечной ткани карпа, благодаря введению в рацион панкреатического гидролизата соевого белка, достоверно увеличилось содержание сырого протеина во II группе на 5,9% ($P \geq 0,95$), а в III группе на 3,7% ($P \geq 0,95$) и жира во II группе на 10,4%, а в III группе на 10,8%, по сравнению с I группой. Удельная доля золы в структуре химического состава ткани отличается не значительно и соответствует содержанию минеральных веществ используемых рационов.

На основании только химического анализа мышечной ткани невозможно судить о пищевой ценности рыбы, так как она является источником полноценного белка. Пищевую ценность рыбы определяют, прежде всего, содержание белковых веществ мышечной ткани и состав аминокислот.

Биологическая ценность веществ связана с их способностью служить исходным материалом для построения важнейших элементов белкового происхождения. Следовательно, аминокислотный состав – один из важнейших показателей его качества. Синтез белка в организме животных представляет собой результат обмена аминокислот и зависит не только от их поступления с кормом, но и от способности организма к трансформации аминокислот в белок тела.

Для исследований аминокислотного состава мышечной ткани карпа были взяты особи в конце выращивания средней навеской около 700 г. Результаты аминокислотного анализа представлены в таблице 3.

Проанализировав данные полученные по аминокислотному составу мышечной ткани карпа можно сделать вывод о сбалансированности белка. По содержанию лизина, треонина, фенилаланина, валина показателей в I группе превышало значение в группах II и III, получавших гидролизат соевого белка. Установлено, что в белках мышечной ткани карпа превалирует содержание таких незаменимых аминокислот, как лизин, лейцин и изолейцин. Из заменимых аминокислот в белках мышечной ткани карпа превалирует содержание аланина и глутаминовой кислоты.

Для большей наглядности полноценности белка нами был просчитан аминокислотный скор, который определяется как отношение содержания незаменимой аминокислоты в продукте к содержанию незаменимой аминокислоты в «идеальном белке», состав идеального белка брали с учетом новейших данных физиологических потребностей людей разных возрастных групп, утвержденных в 2011 году ФАО.

Таблица 3. Аминокислотный состав мышечной ткани карпа, г/100 г белка

Аминокислота	Группа			Аминокислотный скор, %		
	I	II	III	I	II	III
<i>Незаменимые</i>						
Лизин	9,58±1,1	8,61±1,0	9,11±1,2	199,65	179,34	189,85
Треонин	4,98±1,2	3,16±1,3	4,36±1,0	199,00	126,35	174,58
Фенилаланин	3,88±0,2	3,24±0,1*	3,69±0,2	154,11	136,40	149,73
Лейцин+ Изолейцин	13,20±0,8	13,75±0,7	13,62±0,8	145,08	151,09	149,68
Метионин+цистин	3,23±0,7	3,48±0,9	4,12±0,8	136,28	152,48	179,33
Валин	5,51±0,6	5,44±0,5	5,47±0,7	137,73	136,12	136,69
Триптофан	4,47±0,7	5,11±0,8	4,96±0,9	90,46	107,71	116,27
Гистидин	1,39±0,1	1,52±0,2	1,49±0,1	87,06	94,79	92,93
<i>Заменимые</i>						
Тирозин	2,45±0,5	2,37±0,4	2,45±0,6	-	-	-
Пролин	2,50±0,6	2,46±0,4	2,49±0,5	-	-	-
Серин	4,16±0,4	4,44±0,3	4,27±0,2	-	-	-
Аланин	5,19±0,29	5,52±0,30	5,28±0,31	-	-	-
Аргинин	4,57±0,37	4,59±0,39	4,56±0,36	-	-	-
Глицин	3,11±0,23	3,25±0,21	3,17±0,25	-	-	-
Глутаминовая кислота	7,74±1,4	8,91±1,6	9,59±1,7	-	-	-
Аспарагиновая кислота	4,43±0,35	4,13±0,41	3,84±0,50	-	-	-

* $P > 0,95$

При расчете аминокислотного сора было выявлено, что в I группе две лимитирующие аминокислоты: гистидин и триптофан, во II и III группах одна лимитирующая аминокислота – гистидин. При этом значение ее аминокислотного сора было выше на 7,73% и 5,87%, соответственно, чем в I группе. Данный показатель говорит о том, что усвоение белка происходит не полностью, а лишь на 87,06% у рыб из I группы, на 94,79% у рыб из II и на 92,93% у рыб из III группы. Это означает, что такой продукт нужно употреблять в пищу только комбинируя его с другими продуктами, имеющими достаточное количество гистидина.

Суммарное содержание незаменимых аминокислот в 100 г белка в I группе составило 44,74 г, во II группе 42,29 г и в III 45,08 г. Заменимых аминокислот в I группе было 31,69 г, а во II группе на 1,61 г и в III на 1,50 г больше.

Нами была проведена оценка биологической ценности белка по основным показателям его полноценности: аминокислотный скор, коэффициенты утилитарности аминокислотного состава, коэффициент сопоставимой избыточности, коэффициент различия аминокислотного состава и биологическая ценность рыбы (табл. 4).

Лучше всего организмом человека будет использован белок рыб из II группы, где коэффициент утилитарности составил 0,65. Как свидетельствует коэффициент сопоставимой избыточности, из 100 г поступающего белка карпов из II группы только 3,26 г не будет усвоен организмом, при этом из III группы 4,46 г, а из I – 4,53 г.

Таблица 4. Биологическая ценность белка карпа

Показатель	Группа		
	I	II	III
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава, ед	0,57	0,65	0,60
Коэффициент сопоставимой избыточности, г/100 г белка	4,53	3,26	4,46
Коэффициент различия (КРАС) аминокислотного состава, %	56,61	40,75	55,71
Биологическая ценность, %	43,39	59,25	44,29

Коэффициент различия аминокислотного сора в исследуемых образцах показывает, что белок рыбы II группы имеет меньшие различия в составе незаменимых аминокислот, что в последствие увеличивает его биологическую ценность на 15,86% по сравнению с I группой. Наименьший показатель биологической ценности белка мы обнаружили в I группе. В III группе биологическая ценность мышечной ткани карпа выше, чем в I на 0,90%, но ниже чем во II на 14,96%. Это говорит о том, что повышенное внесение в рацион панкреатического гидролизата соевого белка увеличивает общее содержание аминокислот, но вызывает их дисбаланс, таким образом вступает в силу «закон минимума», согласно которому дефицит лишь одной незаменимой аминокислоты ограничивает не только эффективность использования других аминокислот, но и всего рациона.

Таким образом можно сделать вывод, что использование панкреатического гидролизата соевого белка способствует улучшению качеств рыбной продукции при индустриальном выращивании.

Список литературы

Васильев А.А., Гуркина О.А., Поддубная И.В., Карасев А.А., Тукманбетов И.А. 2015. Результаты использования йодсодержащего препарата в кормлении карпа при выращивании в садках. Вестник АПК Ставрополя S1, 173-177.

Карасев А.А., Поддубная И.В., Васильев А.А. 2015. Эффективность применения в кормлении двухлеток карпа повышенной дозы йода в условиях садкового выращивания. Аграрный научный журнал 10, 8-10.

Косарева Т.В., Васильев А.А., Пашкова О.Н. 2013. Эффективность использования зерна сорго как нетрадиционного корма при выращивании карпа. Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова 2, 19-21.

Кудряшова А.А., Савватеева Л.Ю., Савватеев Е.В. 2007. Экологическая и товароведная экспертиза рыбных товаров. Москва: Колос. 304 с.

Мухаметшин С.С., Васильев А.А. 2019. Эффективность использования препарата "Виусид-Вет" в кормлении карпа. Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство 7, 62-73.

Остроумова И.Н. 2001. Биологические основы кормления рыб ГоСНИОРХ, 372 с.

Поддубная И.В., Васильев А.А. 2017. Влияние биологически активной добавки "Абиопептид" с органическим йодом на рост, развитие и товарные качества карпа при выращивании в садках. Рыбное хозяйство 1, 77-82.

Пономарев С.В., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. 2013. Корма и кормление рыб в аквакультуре. М. МОРКНИГА, 417 с.

Скляров В.Я. 2008. Корма и кормление рыб в аквакультуре М.: ВНИРО, 122–127.

Тарчоков Т.Т., Максимов В.И., Юлдашбаев Ю.А. 2016. Генетика и биотехнология: учебно-практическое пособие. М.: КУРС: ИНФРА-М, 12 с.

Щербина М.А., Гамыгин Е. А. 2006. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре М.: ВНИРО. 364 с.

Отолиты и возраст каспийских бычковых рыб *Gobiidae*

С.А. Гуцуляк^{1,2}, А.О. Трофимова², Е.В. Микодина²

¹ФГБОУ ВО «Астраханский государственный университет», г. Астрахань

²ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

e-mail: mikodina@vniro.ru

Ключевые слова: Каспийское море, семейство бычковые, *Gobiidae*, бычок-песочник *Gobius fluviatilis*, каспийский (хвалынский) бычок *Neogobius caspius*, бычок-головач *Ponticola gorlap*, регистрирующие структуры, морфология отолитов, возраст.

Аннотация: Описаны морфология отолитов трёх видов бычковых рыб семейства *Gobiidae*: бычка-песочника *Gobius fluviatilis*, каспийского (хвалынского) бычка *Neogobius caspius* и бычка-головача *Ponticola gorlap*. Даны размеры и масса рыб, а также показатели отолитов. Приведены фотографии отолитов, по которым впервые определён возраст исследованных видов.

Ведение. Эвригалинные бычковые рыбы семейства *Gobiidae* являются обитателями южных водоёмов Евразии, в пределах Российской Федерации – понто-каспийские виды. Видовой состав бычковых и их хозяйственное использование в Азовском, Чёрном, Каспийском морях и их бассейнах различаются. Несмотря на используемое за рубежом английское название бычка-головача – Caspian bighead goby (каспийский большеголовый бычок), этот вид обитает не только в бассейне Каспийского моря, но и в Азово-Черноморском бассейне, используя для транзита Волго-Донской канал, Цимлянское водохранилище, нижний Дон (Froese, Pauly, 2019), Керченский пролив. В Каспийском бассейне бычковые рыбы, в том числе бычок-песочник *Gobius fluviatilis*, бычок-головач *Ponticola gorlap* и каспийский (хвалынский) бычок *Neogobius caspius*, распространены в российских водах северного и среднего Каспия, морской акватории Республики Казахстан и низовье р. Урал (Жайык), низовье и средней части р. Волга, в ряде расположенных выше Волгоградского гидроузла волжских водохранилищах – Саратовском, Куйбышевском, Рыбинском, Иваньковском, а поймки бычка-головача зафиксированы даже в реках Ока и Москва вплоть до столичного мегаполиса – г. Москва (Скоморохов, 2016). В нижней, средней и верхней Волге и волжских водохранилищах некоторые из них – бычок-головач, бычок-кругляк, считаются инвазийными видами (Никуленко, 2006; Семенов, 2011; Солтис, 2012; Скоморохов, 2016).

Понто-каспийские бычковые добываются преимущественно для научных целей, любительского и спортивного рыболовства, культурно-просветительских мероприятий (Гуцуляк, 2014). Существенное промысловое значение *Gobiidae* имеют только в Азовском море, где общий объем промышленных и прибрежных уловов в 2018 г. составлял 17,08 тыс. т (Сведения об улове ..., 2018). В российской части Каспия бычки, в т.ч. бычок-песочник, бычок-головач, каспийский (хвалынский) бычок, массово облавливаются в качестве прилова в северо-западной части моря и в прибрежье Республики Дагестан и используются в основном для научных целей. Так в 2018 г., наукой при рекомендованном вылове 0,067 тыс. т фактически было добыто 41 т. В пищевой промышленности на Каспии до последнего времени бычковые не использовались, однако такие планы у рыбаков появились: на 2020 г. у Дагестанского побережья для этой цели обоснована рекомендованная добыча (вылов) в объеме 0,5 тыс. т. В Волжско-Каспийском бассейне, кроме научного лова, бычки, как и в Азовском море, являются объектами любительского и спортивного рыболовства, культурно-просветительской деятельности.

В пределах ареала, в том числе в Каспийском бассейне, бычковые являются важным компонентом трофических цепей: потребляются разными видами хищных рыб, например

осетровыми Acipenseridae, сомовыми Siluridae, а в пищу используют зоопланктон, личинок рыб и макрозообентос – двустворчатых и брюхоногих моллюсков, личинок насекомых, а также речных раков (Никуленко, 2006; Солтис, 2012).

Как непромысловых, но важных в трофологии видов Каспийского бассейна, бычковых рыб до настоящего времени, как правило, оценивают по видовому составу, общей массе, выборочному определению средних массы и длины. Классический биологический анализ и морфометрию не проводят. С планируемым на 2020 г. началом промышленной добычи (вылова) бычковых в Каспийском море мониторинг состояния их запасов по биологическим показателям может быть дополнен определением возраста по отолитам для установления возрастной структуры популяций (стад) и их динамики.

Фундаментальные и прикладные исследования бычковых рыб посвящены различным аспектам их биологии (Рагимов, 1991; Степанова, 1998; Праздников, 2013; Руднева, Ковыршина, 2015; Bigaliev et al., 2017; Гуцуляк, Васильева, Анохина, 2018). Сведения по возрасту бычковых немногочисленны. Так, в 1980-1990 гг. возраст бычка-головача был определен по чешуе squama, а также по другой, редко используемой в ихтиологии регистрирующей структуре – уrostиллю соссугис (Рагимов, 1991; Степанова, 1998). Однако в силу ряда видовых биологических особенностей бычковых рыб и методических тонкостей эти структуры в последствии не были использованы. Рентгенография осевого скелета бычковых наглядно демонстрирует сложность использования их уrostилия для определения возраста, так как туловищный отдел позвоночника этих небольших рыб, состоит из 32 позвонков, в его хвостовой части их всего 19, включая сросшихся в уrostиль (Гуцуляк, 2018). Уrostиль бычковых невелик по размеру, а число составляющих его сросшихся позвонков не подсчитано. Иные костные регистрирующие структуры бычковых – кости жаберных крышек (предкрышечная preoperculum, межкрышечная interoperculum, крышечная operculum и подкрышечная suboperculum), колючий луч первого спинного плавника, гипурале hypurale, а также отолиты для определения возраста до настоящего времени в России не используются.

Строение отолитов бычковых ранее было неизвестно и определение возраста по этой регистрирующей структуре не проводили. Первые данные по их строению у одного из видов каспийских бычковых – бычка-головача, и результаты определения возраста по этой регистрирующей структуре были представлены нами ранее (Гуцуляк, 2018).

Строение и показатели отолитов разных видов рыб используются для определения возраста, видовой идентификации, установления видового состава рыб в пищевом комке, расчета размерного состава популяций, установления популяционной структуры, определении запаса, при биоиндикации загрязнения водоёмов (Кузнецова, 2004; Орлов, Афанасьев, 2003; Светочева, 2013; Мазникова и др., 2017; Beyer, Fjeld, 2019).

Цель настоящей работы – описание морфологии, размеров, массы отолитов трёх видов бычковых рыб Каспийского моря (бычок-песочник, бычок-головач, каспийский (хвалынский) бычок), и определение их возраста по этой регистрирующей структуре.

Материал и методы. Материал для настоящей работы собирали в июле-августе 2018 г. в западной части северного Каспия на акватории, расположенной между о. Тюлений и о. Укатный. Траловые ловы проводили в рейсах научно-исследовательских судов Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»): НИС «Медуза» и НИС «Гидробиолог» в период плановой съёмки по учёту численности полупроходных и проходных видов рыб. Объекты исследования добыты мальковым тралом с кутом из килечной дели длиной 4,5 м кормовым тралением в течение 20 мин. Бычки отловлены у дна на глубинах от 1,5 до 10 м. В экспедиционных условиях определяли массу и стандартную длину отловленных рыб с фиксацией в 10%-ном растворе формальдегида для последующего изучения. При камеральной обработке проводили извлечение из фиксированных рыб правого и левого отолитов, их предварительную очистку в 10%-ном растворе аммиака в течение суток, описание морфологии, определения длины (OL), ширины (HL), массы отолитов, возраста рыб. Для измерений и определения возраста использованы левые отолиты sagitta. Оtolиты изучали в проходящем свете на стереомикроскопе OLYMPUS SZX12,

фотографировали с помощью камеры ColorView III. Измерения проводили в программе анализа изображений CELL* (Olympus Soft Imaging Solutions GmbH, Germany) после предварительной калибровки. Статистика дана по Лакину (1990).

Результаты и обсуждение. Непромысловые каспийские бычковые, как короткоцикловые рыбы, придонные обитатели, консументы 2 порядка и объекты питания хищных рыб имеют относительно небольшие размеры (табл. 1). Среди объектов нашего исследования наиболее крупным является бычок-песочник.

Таблица 1. Размеры и масса каспийских бычковых рыб

Вид рыбы	<i>n</i>	Масса, г	Длина SL, см
Бычок-песочник	100	$\frac{27,3}{\pm 11,8}$ 14-76	$\frac{12,0 \pm 1,50}{8,6-16,1}$
Бычок-головач	100	$\frac{4,9 \pm 1,20}{2,4-20,0}$	$\frac{7,7 \pm 0,40}{5,6-11,7}$
Каспийский (хвалынский) бычок	10	$\frac{11,6 \pm 4,39}{4,9-22,5}$	$\frac{4,9 \pm 0,33}{4,4-5,6}$

Камеральные манипуляции с отолитами бычковых просты, годовые кольца хорошо идентифицируются в проходящем свете, иногда с использованием синего светофильтра. Подготовка разломов отолитов не требуется. В морфологии отолитов *sagitta* у трёх видов исследованных бычковых выявлены видовые отличия, касающиеся особенностей формы, скульптуры поверхностей, размеров и массы (табл. 2). У исследованных видов бычковых средняя масса отолита была сходной, индивидуальные показатели варьировали между $4-7 \times 10^{-3}$ г.

Таблица 2. Некоторые показатели отолитов двух видов каспийских бычков

Вид	<i>n</i>	Показатели отолита		
		масса, $\times 10^{-3}$ г	длина (OL), мм	ширина (OH), мм
Бычок-песочник	45	$\frac{4,8 \pm 2,60}{2,6-6,4}$	$\frac{2,7 \pm 0,20}{2,1-3,4}$	$\frac{2,4 \pm 0,15}{1,9-3,06}$
Каспийский (хвалынский) бычок	5	$\frac{4,0 \pm 0,33}{4,4-5,6}$	$\frac{2,6 \pm 0,20}{2,4-3,1}$	$\frac{2,4 \pm 0,12}{2,2-2,6}$

У бычка-песочника и каспийского (хвалынского) бычка морфология отолитов во многом схожа, но у бычка-песочника их масса меньше. Отолиты этого вида белые, полупрозрачные, округлые (рис. а, б). Внутренняя (1) и внешняя (2) поверхности слабовыпуклые. Вентральный край округлый, дорсальный – от слабо округлого до спрямленного, неровный. Закругленный, широкий, рострум короткий, но хорошо выражен, антирострум округлый, выражен слабо. Задний конец отолита слегка закругленный, не разделен на построструм и парарострум. Желобок неглубокий, остиум и кауда открытые. В отличие от двух описанных выше видов – бычка-песочника и каспийского (хвалынского) бычка, форма отолитов бычка-головача не округлая, а удлинённая. Отолиты белые, полупрозрачные, вытянутые в продольном направлении. Внешняя поверхность слегка выпуклая, внутренняя плоская. Дорсальный край неровный, прямой, вентральный округлый, неровный. Рострум большой, заостренный, антирострум округлый, неровный. Задний конец отолита округлый, разделен на вытянутый парарострум и построструм небольшой выемкой. Желобок неглубокий, узкий по всей длине. Остиум и кауда открытые (рис.в).

Используя отолиты как регистрирующую структуру, определён возраст у исследованных видов каспийских бычков (табл. 3). Возраст большинства исследованных особей бычка-головача составлял 1+, лишь у четверти рыб – 2+ при преобладающей I стадии зрелости гонад. Все исследованные особи каспийского (хвалынского) бычка оказались трехлетками с равной долей гонад I и II стадий зрелости. Подавляющая часть бычка-песочника оказалась двухлетками, на долю трехлеток пришлось лишь 2%. Только у двух особей бычка-песочника (5%) установить возраст точно не удалось. Полученные данные позволяют рекомендовать отолиты бычковых рыб Каспийского моря в качестве регистрирующей структуры при определении их возраста.

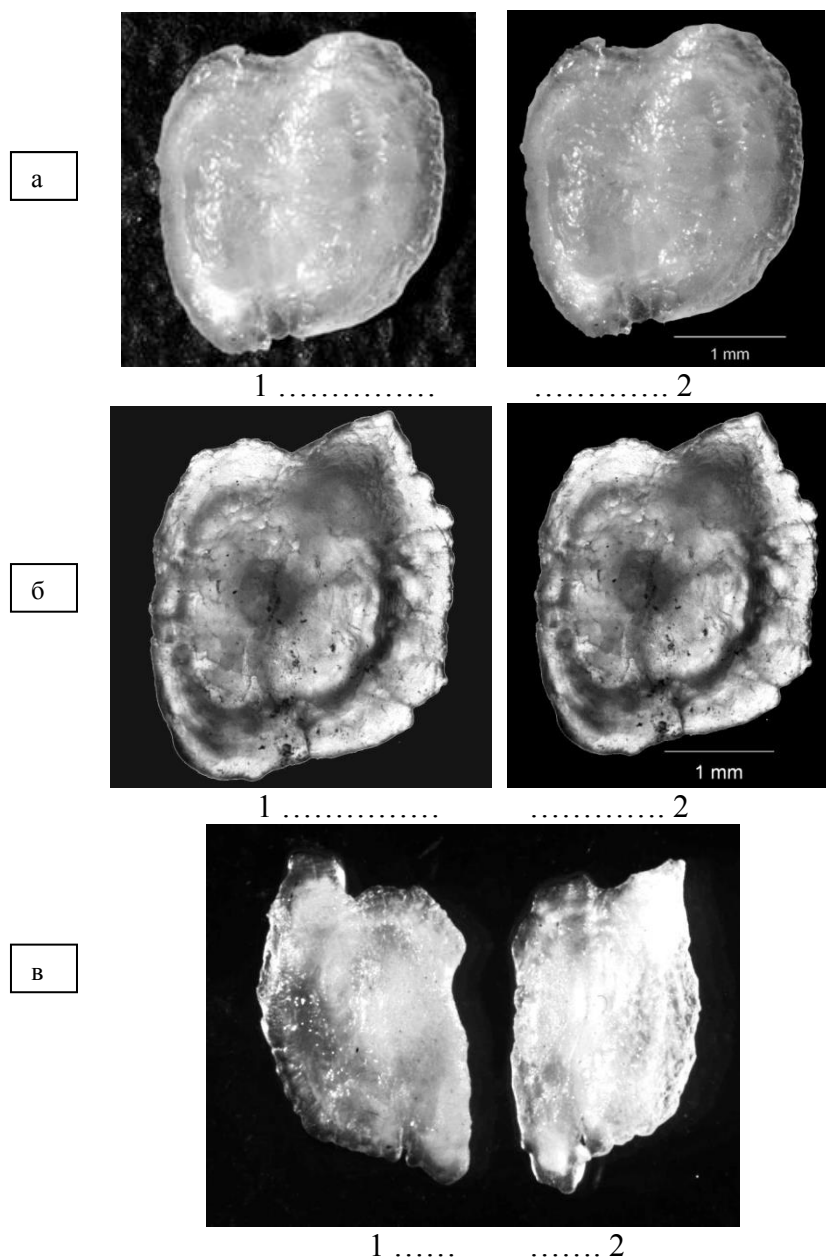


Рис. Левый отолит sagitta: а – бычок-песочник (SL = 9,8 см), длина отолита (OL) 2,83 мм, ширина (HL) – 2,44 мм, соотношение сторон 1,2; б – каспийский (хвалынский) бычок (SL = 10,1 см), OL 3,11мм, HL 2,55 мм, соотношение сторон 1,2; в – бычок-головач (SL = 3,4 см), соотношение сторон 1,5. 1 – внешняя поверхность, 2 – внутренняя поверхность.

Таблица 3. Статистические данные отолитов у бычка-песочника разного пола и стадий зрелости гонад

Показатель	M ± m	min	max	S	CV
самцы с гонадами I стадии зрелости (n = 15)					
Длина рыбы (SL), см	8,1±0.08	7,7	9,5	0,52	6,4
Масса рыбы, г	6,2±0.24	4,6	9,8	1,49	24,0
Длина отолита (OL), мм	2,5±0,04	2,1	3,1	0,27	10,6
Ширина отолита (HL), мм	2,2±0,03	1,9	2,5	0,18	8,4
Масса отолита, ×10 ⁻³ г	4,5±0,15	3,4	6,8	0,98	21,7
самцы с гонадами II стадии зрелости (n = 7)					
Длина рыбы (SL), см	7,5 ±0.,11	7,4	9,2	0,69	9,2
Масса рыбы, г	5,3±0,23	4,0	8,7	1,48	28,1
Длина отолита (OL), мм	2.4±0,02	2,4	2,8	0,14	5,8
Ширина отолита (HL), мм	2,1±0,02	2,1	2,4	0,12	5,6
Масса отолита, ×10 ⁻³ г	4,0±0,05	4,1	4,9	0,32	7,9
самки с гонадами I стадии зрелости (n = 13)					
Длина рыбы (SL), см	7,6±0,15	7,0	10,0	0,95	12,5
Масса рыбы, г	5,3±0,33	3,4	9,1	2,09	39,4
Длина отолита (OL), мм	2,5±0,04	2,2	3,0	0,25	10,3
Ширина отолита (HL), мм	2,2±0,03	2,0	2,6	0,16	7,5
Масса отолита, ×10 ⁻³ г	4,8±0,17	2,6	6,4	1,09	22,7
самки с гонадами II стадии зрелости (n = 5)					
Длина рыбы (SL), см	7,8±0,16	7,4	9,8	1,01	13,1
Масса рыбы, г	6,6±0,45	3,6	10,7	2,84	42,8
Длина отолита (OL), мм	2,5±0,06	2,5	3,4	0,39	15,8
Ширина отолита (HL), мм	2,3±0,05	2,4	3,1	0,32	13,9
Масса отолита, ×10 ⁻³ г	5,6±0,44	4,2	10,3	2,8	49,5

Список литературы

- Гуцуляк С.А. 2014. Бычковые Каспийского моря. LAP LAMBERT: Academic Publishing, 56 с.
- Гуцуляк С.А. 2018. Биология и морфометрия бычка-головача *Ponticola gorlap* в низовье Волги. Мат-лы III науч. школы молодых учёных и специалистов по рыб. хоз. и экологии, посвященной 140-летию со дня рождения К.М. Дерюгина / Под ред. А.М. Орлова, И.И. Гордеева, А.А. Сергеева. М.: изд-во ВНИРО, С. 79.
- Гуцуляк С.А., Васильева Л.М., Анохина А.З. 2018. Характеристика каспийского бычка-головача (*Ponticola gorlap*) по морфометрическим показателям. Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания 1, 42-47.
- Кузнецова Е.Н., Кузнецов В.В., Долгих М.Г., Френкель С.Э. 2004. Современное состояние исследований микроструктуры отолитов рыб. М.: изд-во ВНИРО, 124 с.
- Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. М.: Высшая школа, 350 с.
- Мазникова О.А., Афанасьев П.К., Орлов А.М., Новиков Р.Н., Емелин П.О. 2017. Сравнительный анализ формы отолитов, пространственное распределение и размерный состав черного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* Matsuurae в западной части Берингова моря. Изв. ТИНРО 191, 97-113.
- Никуленко Е.В. 2006. Особенности питания рыб-вселенцев понто-каспийского комплекса (сем. Gobiidae Bonaparte, 1832) в водоёмах средней и нижней Волги. Автореф. дис. канд. биол. наук. Тольятти, 24 с.
- Орлов А.М., Афанасьев П.К. 2003. Отолитометрия как инструмент анализа популяционной структуры тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* (Gadidae, Teleostei). Амурский зоол. журн. 3, 327–331.
- Рагимов Д.Б. 1991. Бычковые рыбы Каспийского моря (систематика, биология, значение). Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. - С.-Петербург, 32 с.

- Руднева И.И., Ковыршина Т.Б. 2015. Сравнительный анализ активности холинэстеразы тканей бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Gobiidae) из разных районов Чёрного и Азовского морей. Вопросы ихтиологии 55(5), 734-738.
- Семенов Д.Ю. 2011. Особенности популяционной структуры чужеродных видов рыб Куйбышевского водохранилища. Росс. журн. биол. инвазий 2, 151-159.
- Сведения об улове рыбы, добыче других водных биоресурсов и изъятии объектов товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) за январь-декабрь 2018 года (нарастающим итогом) http://fish.gov.ru/files/documents/otraslevaya_deyatelnost/ekonomika_otrasli/statistika_analitika/2019/f407-01-12_2018.pdf (дата обращения к ресурсу 16.10.2019).
- Светочева О.Н., Эриксен Е. 2013. Морфологическая характеристика отолитов некоторых донных рыб Баренцева моря. Вестник Кольского научного центра РАН, 2013. Вып. 4 (15). С. 91-104.
- Скоморохов М.О. 2016. Каспийский бычок-головач *Neogobius gorlap* Pjin in Berg, 1949 (Gobiidae, Pisces) – новый вид-вселенец в Москве-реке. Росс. журн. биол. инвазий 2, 139-146.
- Солтис В.В. 2012. О трофической роли бычка-кругляка и бычка-головача в экосистеме центральной части Куйбышевского водохранилища. Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева 2(74), 149-153.
- Степанова Т.Г. 1998. Бычки как элемент экосистемы Северного Каспия, их биология и значение. Автореф. дис. канд. биол. наук. Астрахань, 23 с.
- Праздников Д.В. 2013. Хромосомная эволюция бычковых рыб семейства Gobiidae (Pisces, Perciformes) из Понто-Каспийского бассейна. Вестник ТГУ 16(6), 3064-3067.
- Beyer J., Fjeld E. 2019. Microchemistry of fish otoliths – possible use in environmental monitoring. <https://www.researchgate.net/project/Microchemistry-of-fish-otoliths-possible-use-in-environmental-monitoring> (дата обращения к ресурсу 17.09.2019).
- Bigaliev A.B., Kobegenova S.S., Adyrbekova K.B., Gutsulyak S.A. 2017. Diversity, morphology and karyotypes of species from genus *Neogobius* (Perciformes: Gobiidae) at coastal zone of the Caspian Sea (Aktau city). Int. J. Biol. Chem. (Republic of Kazakhstan) 10(1), 4-8.
- Froese R., Pauly D. (Eds) 2019. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (04/2019).

Оценка влияния условий внешней среды на динамику пополнения плотвы (*Rutilus rutilus*) и окуня (*Perca fluviatilis*) Чудского озера с помощью обобщенных регрессионных моделей

М.Б. Данилов¹, А.Д. Шереметьев²

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

²ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

e-mail: danilov84@rambler.ru

Ключевые слова: окунь, плотва, Чудское озеро, обобщённые линейные модели.

Аннотация: Целью исследования является оценка влияния условий внешней среды на динамику пополнения плотвы (*Rutilus rutilus*) и окуня (*Perca fluviatilis*) Чудского озера с помощью обобщенных регрессионных моделей. Показана связь пополнения с прозрачностью, температурой и среднегодовым уровнем воды.

Цель данного исследования – оценка влияния условий внешней среды на динамику пополнения плотвы (*Rutilus rutilus*) и окуня (*Perca fluviatilis*) Чудского озера с помощью обобщенных регрессионных моделей.

Исходными данными являлись материалы промыслово-биологической статистики из архивных источников (фонды Псковского отделения ГосНИОРХ) и материалов публикаций, включающие сведения о динамике вылова окуня и плотвы, а также о возрастном и размерном составе уловов в период 1980-2009 гг.

Данные о биомассе нерестового стада и численности пополнения (возраст 0+) получены с помощью аналитической когортной модели *ADAPT-VPA* (версия 2.8), реализованной в пакете прикладных программ Fisheries Toolbox (National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA / National Marine Fisheries Services – NMFS, США), являющейся модификацией виртуального популяционного анализа.

Изучение факторов, влияющих на изменчивость пополнения окуня и плотвы в Чудском озере, проведено на основе использования обобщённых линейных моделей (Generalized Linear Models – GLM), преимуществом которых перед традиционным регрессионным анализом является отсутствие ограничений на тип распределения данных. В качестве зависимой переменной рассматривалась численность пополнения, в качестве независимых – биомасса нерестового стада, среднегодовой уровень, температура и прозрачность воды, число дней в году с температурой воздуха выше 20 °С, биомасса зоопланктона. Независимые переменные использованы в анализе по отдельности и в различных сочетаниях. При выборе наилучшего статистического описания основными показателями служили величина остаточной дисперсии и информационный критерий Акайке (Akaike Information Criterion – AIC), оценивающий качество аппроксимации с учетом числа параметров (степеней свободы) модели. Минимальные значения остаточной дисперсии и информационного критерия Акайке свидетельствуют о более высоком качестве модели. Анализ осуществлен в программной среде R (версия 3.0). Распределение данных о численности пополнения близко к логнормальному, поэтому зависимая переменная преобразована к виду $x \leftarrow \ln(x)$.

Таблица 1. Регрессионные модели для окуня, тестированные методом обобщённых линейных моделей (GLM)

№	Модель	Остаточная	AIC
---	--------	------------	-----

		дисперсия	
1	$\ln R \sim 17,291000 - 0,001485 SSB$	7,707	49,87
2	$\ln R \sim 16,227552 - 0,004663 \text{ level}$	8,993	54,34
3	$\ln R \sim 16,2276 + 0,2223 \text{ temp}$	8,589	53,01
4	$\ln R \sim 16,091225 + 0,001359 \text{ days}$	9,353	55,48
5	$\ln R \sim 10,50 + 3,26 \text{ transp}$	7,873	50,49
6	$\ln R \sim 9,757577 - 0,001540 SSB - 0,005037 \text{ level} + 0,132957 \text{ temp} + 4,306927 \text{ transp}$	4,389	39,54
7	$\ln R \sim (9,609e+00) - (1,690e-03)SSB - (4,907e-03)\text{level} - (2,768e-05)\text{days} + (4,454e+00) \text{ transp}$	4,698	41,51
8	$\ln R \sim 10,3871987 - 0,0016999 SSB + 0,1417114 \text{ temp} - 0,0006358 \text{ days} + 4,0502434 \text{ transp}$	4,909	42,79
9	$\ln R \sim 9,585165 - 0,006817 \text{ level} + 0,227529 \text{ temp} - 0,001018\text{days} + 3,835904 \text{ transp}$	6,016	48,68
10	$\ln R \sim 9,6281436 - 0,0015308 SSB - 0,0051436 \text{ level} + 0,1529036 \text{ temp} - 0,0008424 \text{ days} + 4,4248672 \text{ transp}$	4,341	41,22

Примечание: AIC – информационный критерий Акайке; R – величина пополнения, экз.; SSB – биомасса нерестового стада, т; level – среднегодовой уровень воды, по данным станции наблюдения Раскопель, см; T – среднегодовая температура воды, по данным станции наблюдения Раскопель, °C; days – число дней в году с температурой воздуха теплее 20 °C, дни, transp – прозрачность по диску Секки, м

Данные табл. 1 указывают на наличие отрицательной связи величины пополнения окуня с биомассой нерестового стада и среднегодовым уровнем воды (уравнения 1-2) и положительной связи с прозрачностью, температурой воды, количеством дней в году с температурой воздуха теплее 20 °C (табл. 1, уравнения 3-5).

Данные табл. 2 указывают на наличие отрицательной связи величины пополнения плотвы с биомассой нерестового стада, среднегодовым уровнем воды, прозрачностью воды, биомассой зоопланктона (уравнения 1, 2, 5, 6) и положительной связи с температурой воды, количеством дней в году с температурой воздуха теплее 20 °C (уравнения 3, 4).

Принимая во внимание экологические особенности воспроизводства окуня и плотвы отрицательная связь с уровнем воды представляется сомнительной. Действительно, из результатов анализа входных временных рядов следует, что отрицательная связь с уровневый режимом и биомассой нерестового стада определяется наличием разнонаправленных трендов: положительным для величины пополнения и отрицательным для среднегодового уровня воды, а также положительным для величины биомассы нерестового стада и отрицательным для пополнения, особенно в начале 1980-х гг. и с середины 1990-х до середины 2000-х гг. При удалении трендов знак зависимости меняется с отрицательного на положительный. Таким образом, можно утверждать, что, несмотря на общую тенденцию к понижению уровня воды в Псковско-Чудском водоёме, его отклонения от основного тренда в положительную сторону способствуют появлению более мощных возрастных классов окуня. Так в 1999 году наблюдался уровень воды близкий к абсолютному максимуму, а в 2003 и 2006–2007 гг. – близкий к абсолютному минимуму. Одновременно в указанные года наблюдались соответствующие максимумы и минимумы в пополнении окуня.

С формальной точки зрения, наилучшим вариантом описания динамики пополнения окуня является уравнение 6 (табл. 1), связывающее величину пополнения с биомассой нерестового стада, прозрачностью, температурой и среднегодовым уровнем воды.

Для плотвы наилучшими вариантами являются уравнения 13 и 10 (табл. 2), включающие все шесть факторов или тот же набор, но без температуры воды, соответственно.

В то же время, отдельные факторы, привлекаемые к анализу, обладают примерно равной предсказательной способностью. Включение их в анализ в различных сочетаниях приводит к улучшению прогностических свойств результирующих моделей. По всей вероятности, это связано со сложной организацией процессов формирования урожайности поколений, при которой, помимо биомассы нерестового стада, важен одновременный вклад нескольких абиотических факторов – уровня, прозрачности и температуры воды.

Таблица 2. Регрессионные модели для плотвы, тестированные методом обобщённых линейных моделей

№	Модель	Остаточная дисперсия	AIC
1	$\ln R \sim 5,143 - 0,00001643 \text{ SSB}$	0,8269	-14,87
2	$\ln R \sim 5,036897 - 0,001711 \text{ level}$	0,7623	-17,22
3	$\ln R \sim 5,036897 + 0,008582 \text{ temp}$	0,8297	-14,77
4	$\ln R \sim 5,0211266 + 0,0001572 \text{ days}$	0,829	-14,79
5	$\ln R \sim 5,2438 - 0,1177 \text{ transp}$	0,8289	-14,8
6	$\ln R \sim 5,06882 - 0,01777 \text{ zoopl}$	0,8185	-15,16
7	$\ln R \sim 4,965 - 0,0003037 \text{ SSB} - 0,001812 \text{ level} - 0,009241 \text{ temp} + 0,0001626 \text{ days} + 0,1434 \text{ transp}$	0,7526	-9,597
8	$\ln R \sim 5,171 - 0,00002026 \text{ SSB} - 0,001604 \text{ level} + 0,002149 \text{ temp} + 0,0002022 \text{ days} - 0,01282 \text{ zoopl}$	0,7496	-9,713
9	$\ln R \sim 4,957 - 0,00002556 \text{ SSB} - 0,001707 \text{ level} + 0,003343 \text{ temp} + 0,1520 \text{ transp} - 0,01190 \text{ zoopl}$	0,7499	-9,702
10	$\ln R \sim 4,983 - 0,00002712 \text{ SSB} - 0,001682 \text{ level} + 0,0001793 \text{ days} + 0,1338 \text{ transp} - 0,01297 \text{ zoopl}$	0,7476	-9,789
11	$\ln R \sim 5,251 - 0,00001259 \text{ SSB} + 0,01063 \text{ temp} + 0,0002388 \text{ days} - 0,06498 \text{ transp} - 0,02337 \text{ zoopl}$	0,8055	-7,626
12	$\ln R \sim 5,0296452 - 0,0015840 \text{ level} + 0,0132418 \text{ temp} + 0,0001357 \text{ days} + 0,0105299 \text{ transp} - 0,0138511 \text{ zoopl}$	0,754	-9,541
13	$\ln R \sim 4,980 - 0,00002829 \text{ SSB} - 0,001688 \text{ level} - 0,001852 \text{ temp} + 0,0001867 \text{ days} + 0,1387 \text{ transp} - 0,01264 \text{ zoopl}$	0,7476	-7,79

Примечание: zoopl - биомасса зоопланктона средне-сезонная (май - октябрь), г/м³, остальные обозначения те же, что для табл. 1.

Содержание металлов в промысловых рыбах Баренцева моря (2009-2019 гг.)

Д.М. Драганов, А.Ю. Жилин

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича), г. Мурманск
e-mail: zhilin@pinro.ru

Ключевые слова: металлы, промысловые рыбы, мониторинг загрязнения водных биоресурсов.

Аннотация. Для оценки содержания металлов в биоте Баренцева моря, представлена информация по содержанию Pb, Cd, Hg и As в мышечной ткани и печени 4 промысловых видов рыб, выловленных в период 2009-2019 гг. В основном, полученные результаты находятся в диапазоне уровней содержания металлов в промысловых видах рыб, представленных в литературе. Межвидовая изменчивость была несущественна. Имеющиеся данные позволяют предположить, что все мышцы и печень рыбы, проанализированные в настоящем исследовании, можно считать безопасными с точки зрения их пищевого потребления, поскольку содержание в них металлов гораздо ниже порогов существующих нормативов, за исключением мышьяка.

Введение. В последние годы большое внимание уделяется вопросу качества водной среды арктических морей и влиянию на неё человека. Морские организмы, в том числе рыбы, накапливают загрязняющие вещества из окружающей среды и поэтому используются в программах мониторинга загрязнения морей в целях оценки риска для здоровья человека и в качестве экологических показателей качества водных экосистем (АМАР, 1998). Морские биологи сосредоточили большую часть своего внимания на рыболовстве в качестве основного фактора, влияющего на популяции рыб. Тем не менее, другие антропогенные факторы, такие как загрязнение морской среды, играют важную роль в снижении запасов морских промысловых видов рыб (Henry et al., 2004). Баренцево море является важной областью для коммерческого рыболовства. Из-за возможного загрязнения рыбы тяжелыми металлами информация по этому вопросу крайне необходима, и может иметь решающее значение для будущего использования биоресурсов Баренцева моря.

Материалы и методы. Отбор, подготовка и химический анализ биологических проб выполнены в соответствии с методическими руководствами и нормативными документами (ГОСТ 26929-94; ГОСТ 31339-2006; Методические указания по отбору..., 1981; Методические рекомендации по подготовке..., 1987; Bernhard, 1976).

Образцы рыбы были собраны в рейсах научно-исследовательских судов ПИНРО «Фридьоф Нансен», «Вильнюс», «Профессор Бойко» в различных промысловых районах Баренцева моря в период 2009-2019 гг. На борту судна определяли длину, массу и пол рыбы. Затем образцы разделяли, мышечную ткань и печень замораживали по отдельности при -20 °С в полиэтиленовых пакетах. Пробы передавали в лабораторию рыбохозяйственной экологии ПИНРО (сертификат ISO 9001:2015 № 181401-2015-AQ-MCW-FINAS) для дальнейшего анализа. Для целей этого исследования были выбраны четыре вида рыб: треска *Gadus morhua*, пикша *Melanogrammus aeglefinus*, камбала-ерш *Hippoglossoides platessoides*, палтус черный *Reinhardtius hippoglossoides*. В общей сложности на содержание свинца, кадмия, ртути и мышьяка были проанализированы 1238 образцов рыб.

Элементы определялись на атомно-абсорбционном спектрофотометре с гидридной приставкой фирмы «Shimadzu», модель AA-6800 (Япония), методами пламенной и непламенной атомно-абсорбционной спектрофотометрии с использованием многоуровневой калибровки тестовыми смесями, приготовленными из аттестованных стандартных растворов

тяжелых металлов. Для внутреннего контроля качества аналитических работ использовались сертифицированные стандартные образцы: IAEA-350 (следовые элементы в мясе тунца)/IAEA (Монако); DOLT-4 (следовые элементы в печени акулы)/NRC (Канада).

Результаты и обсуждение. Полученные результаты содержания металлов в рыбах из Баренцева моря представлены в таблице 1 для мышц и в таблице 2 для печени.

Таблица 1. Содержание металлов (мг/кг сырой массы) в мышечной ткани рыб Баренцева моря в 2009-2019 гг. Числитель – среднее арифметическое \pm стандартное отклонение, знаменатель – диапазон

Вид (n – количество проб)	Pb	Cd	Hg	As
Треска (n = 264)	$\frac{0,21 \pm 0,20}{0,01 \div 1,04}$	$\frac{0,04 \pm 0,03}{0,01 \div 0,26}$	$\frac{0,05 \pm 0,04}{0,01 \div 0,43}$	$\frac{4,32 \pm 3,22}{0,03 \div 21,3}$
Пикша (n = 185)	$\frac{0,22 \pm 0,21}{0,01 \div 0,92}$	$\frac{0,03 \pm 0,02}{0,01 \div 0,21}$	$\frac{0,06 \pm 0,05}{0,01 \div 0,38}$	$\frac{5,04 \pm 3,57}{0,10 \div 22,2}$
Камбала-ерш (n = 154)	$\frac{0,16 \pm 0,15}{0,01 \div 1,00}$	$\frac{0,05 \pm 0,03}{0,01 \div 0,42}$	$\frac{0,07 \pm 0,05}{0,01 \div 0,45}$	$\frac{5,02 \pm 2,88}{0,03 \div 13,7}$
Палтус черный (n = 51)	$\frac{0,19 \pm 0,18}{0,01 \div 0,83}$	$\frac{0,04 \pm 0,03}{0,01 \div 0,20}$	$\frac{0,07 \pm 0,06}{0,01 \div 0,33}$	$\frac{3,43 \pm 1,81}{0,01 \div 7,60}$

Таблица 2. Содержание металлов (мг/кг сырой массы) в печени рыб Баренцева моря в 2009-2019 гг. Числитель – среднее арифметическое \pm стандартное отклонение, знаменатель – диапазон

Вид (n – количество проб)	Pb	Cd	Hg	As
Треска (n = 249)	$\frac{0,47 \pm 0,25}{0,01 \div 1,24}$	$\frac{0,24 \pm 0,19}{0,01 \div 21,3}$	$\frac{0,13 \pm 0,12}{0,01 \div 0,90}$	$\frac{6,66 \pm 5,72}{0,01 \div 94,8}$
Пикша (n = 170)	$\frac{0,46 \pm 0,25}{0,01 \div 1,10}$	$\frac{0,24 \pm 0,20}{0,01 \div 21,3}$	$\frac{0,10 \pm 0,09}{0,01 \div 0,50}$	$\frac{7,99 \pm 7,11}{0,02 \div 80,2}$
Камбала-ерш (n = 114)	$\frac{0,39 \pm 0,37}{0,01 \div 2,40}$	$\frac{0,25 \pm 0,20}{0,02 \div 21,3}$	$\frac{0,10 \pm 0,08}{0,01 \div 0,43}$	$\frac{10,9 \pm 9,50}{0,04 \div 52,0}$
Палтус черный (n = 51)	$\frac{0,51 \pm 0,29}{0,01 \div 1,20}$	$\frac{0,37 \pm 0,30}{0,01 \div 21,3}$	$\frac{0,10 \pm 0,09}{0,01 \div 0,35}$	$\frac{12,0 \pm 10,8}{0,02 \div 44,5}$

Среднее содержание кадмия и ртути в мышцах рыб находилось на уровне, незначительно превышающем уровень предела обнаружения применяемого метода анализа (0,01 мг/кг сырой массы), а для свинца это было верно только для мышц трески и пикши. Низкий уровень содержания Ni, Cd и Pb в мышечной ткани рыб обычно указывает на отсутствие техногенного загрязнения. Содержание Ni, Cd, Pb и As в печени было заметно выше, чем в мышцах по причине высокого содержания в ней жира. Однако аномально высокие уровни металлов в тканях трески, пикши, камбалы-ерша и черного палтуса не выявлены, заметно повышенные уровни содержания отмечаются только для As. Большая часть наших результатов лежит в пределах диапазона литературных данных по промысловым видам рыб Баренцева моря (Zauke et al., 1999, Жилин и др., 2018). Признаков повышенного уровня содержания металлов в основных промысловых видах рыб Баренцева моря несмотря на существенное антропогенное воздействие на его акваторию до сих пор не отмечалось (Stiansen, Filin, 2007). Это подтверждается литературными данными по содержанию металлов в треске, которая наиболее часто используется в биомониторинге загрязнения Баренцева моря и камбале-ерше (Zauke et al., 1999). Содержание металлов в

мышечной ткани рыб (см. таблицу 1) находятся в том же диапазоне, что и в сообщении G.P. Zauke – $<0,1$ мг/кг сырой массы для Cd и $<0,3$ мг/кг сырой массы для Pb. Что касается печени рыб, в работе G.P. Zauke сообщались данные в диапазоне $0,35-1,4$ мг/кг сухой массы для Cd и $<0,3$ мг/кг сухой массы для Pb, которые после преобразования на сырую массу (отношение сухая/сырая масса 1,9), как правило, больше, чем наши данные, приведенные в таблице 2. В печени трески из Северного моря уровень содержания Cd составляет $0,08\pm 0,06$ мг/кг сырой массы, для камбалы $0,12\pm 0,09$ мг/кг сырой массы (Henry et al., 2004). Содержание кадмия в печени трески моря Ирмингера не превышало $0,47$ мг/кг сырой массы (Zauke et al., 1999), что согласуется со средним содержанием Cd в нашем исследовании. Уровни содержания Pb, определенные нами, также хорошо согласуются с литературными данными. Средний уровень содержания Pb в печени трески составляет $0,21\pm 0,07$ мг/кг сырой массы, в камбале $0,38\pm 0,28$ мг/кг сырой массы (Henry et al., 2004).

Насколько уровни содержания металлов в рыбах из Баренцева моря являются безопасными при потребления их человеком, показывает их сравнение с нормативными значениями для тканей рыб. Перечень таких величин для мышечной ткани рыб, утвержденный в некоторых европейских странах, небольшой: $0,2$ мг/кг для Cd, $1,0$ мг/кг для свинца, $5,0$ мг/кг для мышьяка (сырая масса) в России (Гигиенические требования безопасности..., 2002); $0,10$ мг/кг для кадмия, $0,50$ мг/кг для Pb (сырая масса) в Германии (BggVV, 1997) и $0,2$ мг/кг для свинца, $0,05$ мг/кг для Cd в ЕС (сырая масса) (ЕС, 2001). Имеющиеся данные позволяют предположить, что все мышцы рыб, проанализированные в этом исследовании (табл. 2) можно считать безопасными, так как результаты в них ниже этих порогов. Хотя мышцы наиболее важная часть рыб, используемая для потребления человеком, в некоторой степени может потребляться и печень рыб – печень трески, например, используется в промышленных масштабах для производства рыбьего жира. Кроме того, печень рыб может служить дополнительным ценным источником белка, витамина А и витамина С в традиционных блюдах народов России, что требует оценки ее загрязнения. Российские нормативы для печени рыб, составляют $0,7$ мг/кг для Cd, $1,0$ мг/кг Pb (сырой массы) (Гигиенические требования безопасности..., 2002). Значения по кадмию и свинцу, представленные в данном исследовании для печени всех проанализированных видов не вызывают беспокойства, если люди потребляют ее в пищу. Это относится и к печени пикши, и особенно печени трески, которые используются чаще всего для потребления человеком.

Среднее содержание общего мышьяка в мышцах всех исследованных видов рыб, кроме черного палтуса, превышало установленный в Российской Федерации норматив – 5 мкг/г сырой массы. Превышение норматива наблюдалось в 34 , 45 , 48 и 22% всех исследованных проб для трески, пикши, камбалы-ерша и черного палтуса соответственно. Известно, что мышьяк полноправно участвует в метаболизме гидробионтов, входит в состав металлопротеидов (арсенобетаинов) и всегда присутствует в организмах водных промысловых объектов, а его общее повышенное содержание не имеет ничего общего с техногенным загрязнением. Содержание мышьяка в гидробионтах зависит от сезона и связано с особенностями питания. Следует отметить, что мышьяк поглощается гидробионтами в основном с пищей, и его токсичные неорганические соединения способны быстро образовывать прочные комплексы с низкомолекулярными органическими соединениями, которые не представляют опасности для человека и к тому же быстро выводятся из организма (Мур, Рамамурти, 1987). По опубликованным данным, содержание общего мышьяка в 320 -ти пробах мышц черного палтуса, выловленного в прибрежных районах Северной Норвегии, варьировало от $2,0$ до 41 мкг/г при среднем значении $8,1\pm 6,2$ мкг/г сырой массы. Содержание токсичного неорганического мышьяка в мышцах черного палтуса изменялось от значения меньше $0,001$ 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 меньше $0,001$ мкг/г сырой массы (Julshamn et al., 2011).

Полученные данные свидетельствует о незначительном загрязнении рассматриваемыми металлами рыб Баренцева моря на протяжении длительного времени,

ярко выраженных тенденций к изменению среднего популяционного уровня загрязнения металлами промысловых видов рыб Баренцева моря за последние 10 лет не наблюдается. В тоже время можно фиксировать незначительное повышение среднего содержания мышьяка в мышечной ткани камбалы-ерша и его снижение в мышечной ткани черного палтуса (рис. 1), а также снижение среднего содержания свинца в мышечной ткани всех исследованных видов рыб (рис. 2).

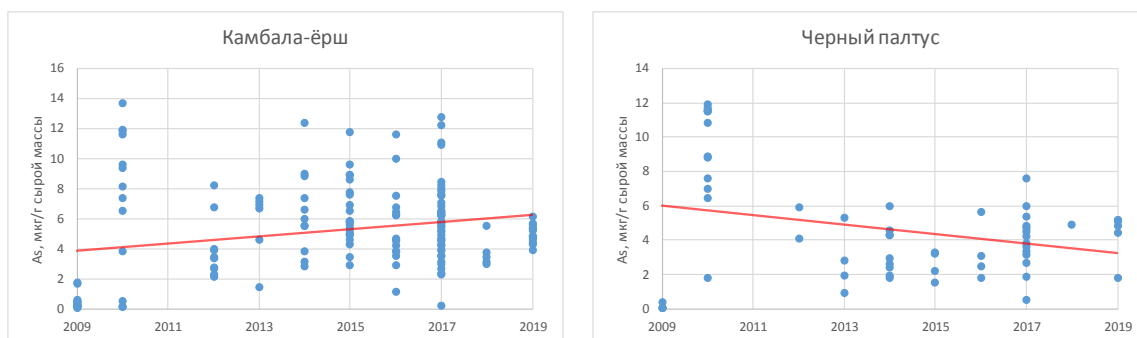


Рис. 1. Динамика изменения уровня среднего содержания мышьяка в мышцах рыб Баренцева моря в период 2009-2019 гг.

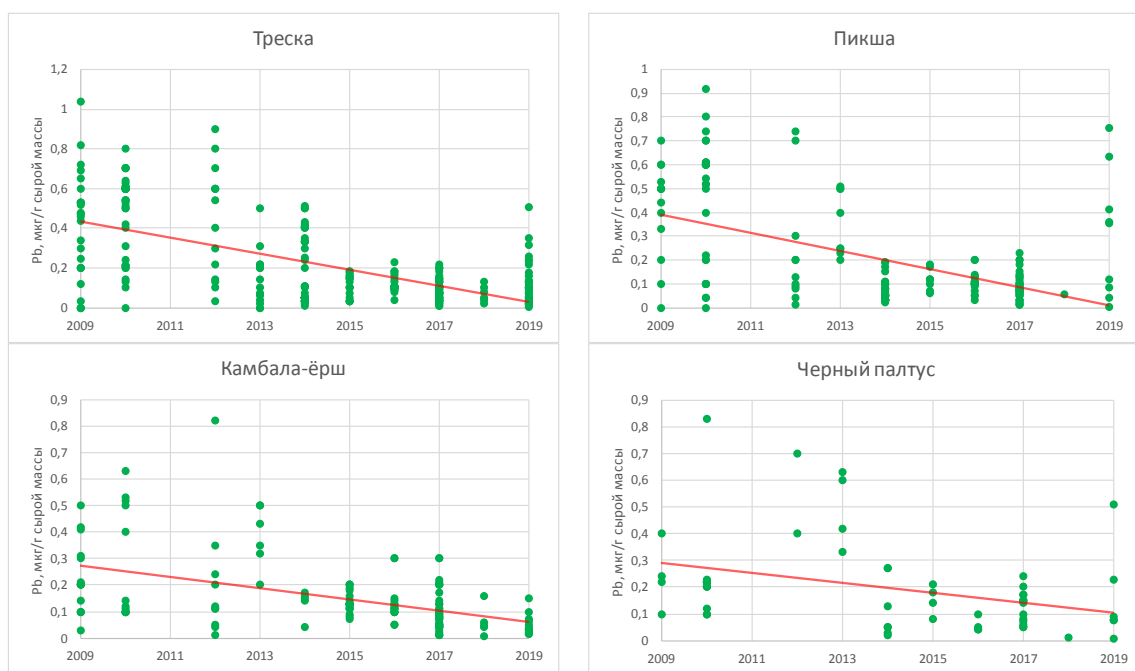


Рис. 2. Динамика изменения уровня среднего содержания свинца в мышцах рыб Баренцева моря в период 2009-2019 гг.

Для печени такая картина распределения металлов сохраняется с наличием тенденции к снижению среднего уровня содержания кадмия для всех видов рыб (рис. 3).

Хотя содержание металлов в рыбе, как правило, характерно для вида (Henry et al., 2004), никаких существенных изменений содержания металлов в печени рыб между исследуемыми видами нами не найдено. Различия в содержании металлов между видами могут быть связаны с местом обитания, мобильностью рыбы, диетой, или другим характерным поведением. Камбалы живут в тесной связи с донными осадками, этот вид представляется наиболее подходящим для целей мониторинга загрязнения рыб (Henry et al., 2004). Треска – донная рыба, чья диета состоит из пелагических и донных организмов, и менее подвержена в итоге загрязнению, связанному с донными осадками, чем камбала. Как и в других исследованиях, мы также наблюдали более высокий уровень металлов в печени,

чем в мышечной ткани. Различия в величине содержания обусловлено различием в физиологических функциях мышц и печени. Таким образом, печень часто рекомендуется в качестве ткани-мишени при мониторинге содержания металлов в водной среде. Загрязняющие вещества могут поступать в морскую среду при осаждении атмосферных выбросов и с прямыми стоками из местных источников. По данным АМАП (АМАР, 1998) основным источником промышленных выбросов металлов в регионе является металлургический комбинат в Никеле на Кольском п-ове. Несмотря на высокую активность этого источника загрязнения до последнего времени результаты настоящего исследования не показывают признаков заметного загрязнения Баренцева моря. Содержание металлов в рыбах, выловленных в этом районе, аналогичны тем, которые сообщались в предыдущих исследованиях (Jakobsen, Ozhigin, 2011).

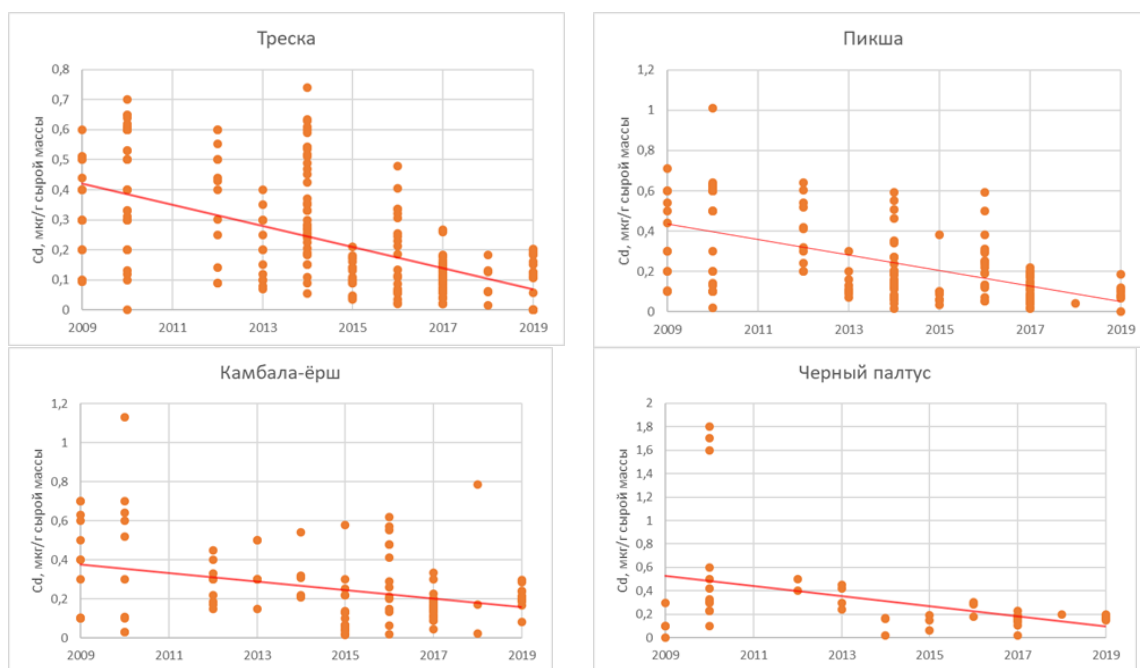


Рис. 3. Динамика изменения уровня среднего содержания кадмия в печени рыб Баренцева моря в период 2009-2019 гг.

Заключение. Настоящее исследование было проведено в целях представления информации о содержании тяжелых металлов в мышцах и печени рыб Баренцева моря. Все результаты были значительно ниже предельных величин национальных и европейских стандартов, за исключением мышьяка в мышечной ткани рыб для России. Имеющиеся в настоящее время данные указывают на то, что в мышцах промысловых рыб необходимо нормировать содержание токсичных неорганических соединений мышьяка, а не его общее содержание.

Рыбные ресурсы Баренцева моря, которые находятся под постоянным воздействием низких концентраций тяжелых металлов в морской среде, не подвержены каким-либо рискам высокого загрязнения в краткосрочной перспективе. Однако, в целях защиты морской среды и сохранения здоровья населения в долгосрочной перспективе необходимо проводить более углублённые исследования и продолжать регулярный мониторинг тяжелых металлов в биоресурсах Баренцева моря в районах их промысла.

Благодарности. Эта работа осуществлена в рамках государственного мониторинга состояния загрязнения водных биологических ресурсов и среды их обитания в районах промысла, проводимого Федеральным агентством по рыболовству. Мы хотели бы выразить нашу искреннюю благодарность всем сотрудникам Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО», кто помогал осуществлять и обеспечивал проведение данного исследования.

Список литературы

Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: СанПиН 2.3.2.1078-01: утв. Гл. гос. санитар. врачом РФ 06.11.2001: введ. в действие с 01.07.2002. – М.: Минздрав РФ, 164 с.

ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов.

ГОСТ 31339-2006. 2010. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб. М.: Стандартиформ, 16 с.

Жилин А.Ю., Плотицына Н.Ф., Лаптева А.М. 2018. Мониторинг стойких органических загрязнителей и тяжелых металлов в промысловых рыбах Медвежинско-Шпицбергенского района. Вестник КНЦ РАН 3, 78-86. Методические рекомендации по подготовке проб объектов внешней среды и рыбной продукции к атомно-абсорбционному определению токсичных металлов. 1987. Владивосток: Изд-во ТИНРО, 15 с.

Методические указания по отбору, первичной обработке, хранению и анализу образцов при биогеохимических исследованиях морских экосистем: переходные и тяжелые металлы. 1981. / ВНИРО. – М.: [б. и.], 27 с.

Мур Дж., Рамамурти С. 1987. Тяжелые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния. – М.: Изд-во «Мир», 288 с.

АМАР. 1998. АМАР assessment report: Arctic pollution issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme (АМАР). Oslo, 859 pp.

Bernhard M. 1976. Manual of methods in aquatic environment research, part 3: sampling and analyses of biological material. FAO Fish Tech Paper 158, UNEP Rome.

BgVV. 1997. Bekanntmachungen des Bundesinstituts für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV): Richtwerte für Schadstoffe in Lebensmitteln. Bundesgesundhbl 5, 182-184.

EC. 2001. Commission Regulation (EC) no 466/2001 of 8 March 2001. Official Journal of European Communities 1.77/1.

Henry F., Amara R., Courcot L., Lacouture D., Bertho M.L. 2004. Heavy metals in four fish species from the French coast of the Eastern English Channel and Southern Bight of the North Sea. Environ Int 2004; 30(5), 675-683.

Jakobsen T, Ozhigin V (Eds). 2011. The Barents Sea ecosystem, resources, management. Half a century of Russian-Norwegian cooperation. Tapir Academic press. Trondheim, 832 pp.

Julshamn K., Frantzen S., Valdersnes S. 2011. Concentrations of mercury, arsenic, cadmium and lead in Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) caught off the coast of northern Norway. Marine Biol. Res. 7 (8), 733-745.

Stiansen J.E., Filin A.A. (Eds). 2007. Joint PINRO/IMR report on the state of the Barents Sea ecosystem 2006, with expected situation and considerations for management. IMR/PINRO Joint Report Series. 2, 172-173.

Zauke G.P., Savinov V.M., Ritterhoff J., Savinova T. 1999. Heavy metals in fish from the Barents Sea (summer 1994). Sci. Total Environ.; 227, 161-173.

Блестящие элементы покровов рыб

К.А. Жукова, А.А. Яржомбек

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

e-mail: kzh@vniro.ru

Ключевые слова: кожа, чешуя, эпителий, иридофоры, гуанин.

Аннотация. Блестящие элементы покровов рыб определяются наличием кристаллов гуанина и других пуринов. Эти кристаллические структуры организованы в специфические клеточные элементы – иридофоры. Микроскопические исследования чешуи и дермального слоя кожи серебряного карася, черноморского анчоуса (хамсы), дальневосточной сельди, черноморской кефали (пиленгаса), волжского судака и атлантической скумбрии и атлантического лосося показали, что блестящие элементы могут содержаться не только в специфических иридофорах, но и в межклеточных коллагеновых структурах дермы в виде тонкого непрерывного слоя под эпителием.

Введение. В состав цветковых элементов кожи рыб входят меланофоры, ксантофоры, эритрофоры, цианофоры, лейкофоры и иридофоры – клетки, содержащие черный пигмент меланин, желтый, красный, синий пигменты, белые вещества и отражающие свет кристаллы соответственно (Fujii, 2000). Кроме того, в кожных покровах и оболочках икры отмечены пигментные включения не входящие в состав хроматофоров (пигментных клеток): красные и желтые пигментные включения (каротиноиды и ксантины) в межклеточных коллагеновых структурах (Яржомбек, Жукова, 2018) и черные меланиновые элементы в желточной оболочке икры осетровых рыб (Яржомбек, Жукова, 2019).

Исследованиями пигментов рыб занимались многие авторы (Пучков, 1941, Нама, 1975, Fujii, 2000), в работах которых исследовалась динамика пигментных гранул в хроматофорах при изменении окраски рыб. Описаны нервные и гуморальные механизмы морфологических изменений также и в иридофорах (Fujii, 2000). Описания внеклеточных пигментных элементов фрагментарны или отсутствуют вовсе.

Однако, хорошо известны рыбы, в коже которых содержатся сплошные области белых и блестящих элементов. К ним относятся представители карповых (серебристый карась *Carassius auratus*, укляя *Alburnus alburnus*, карп *Cyprinus carpio*, чехонь *Pelecus cultratus* и многие другие), сельдевые (сельди р. *Clupea*, ставриды р. *Trachurus*, анчоусы р. *Engraulis*, тюльки р. *Clupeonella*) и другие виды рыб, имеющих серебристую окраску. Вероятно, такая сплошная белизна и серебристость покровов обусловлена внеклеточным накоплением белых и блестящих веществ в коже.

Белый «пигмент» лейкофоров идентифицирован как мочева кислота (Нама, 1975). Блестящие кристаллы иридофоров состоят в основном из гуанина, гипоксантина и мочево кислоты (Fujii, 2000). Лейкофоры и иридофоры бесцветны и морфологическое обнаружение их затруднительно, поэтому иногда степень серебристой пигментации оценивают химически – по содержанию гуанина в коже (Neckel, 1954). Гуанин, извлекаемый из кожи, серебристых рыб используется для приготовления «жемчужного пата» для изготовления «искусственного жемчуга». Целью работы являлось исследование морфологии иридофоров, обеспечивающих серебристую окраску кожи рыб.

Материал и методика. В работе был исследован следующий биологический материал: карась серебристый *Carassius auratus*, черноморская хамса *Engraulis encrasiholis*, сельдь дальневосточная *Clupea pallasi*, черноморская кефаль пиленгас *Mugil soiyu*, волжский судак *Sander lucioperca*, скумбрия атлантическая *Scomber scombrus*, атлантический лосось (семга) *Salmo salar*. Микроскопический анализ покровных тканей проведён на

световых микроскопах Leica DMLC и OLYMPUS BX45 с фотокамерой Leica DC с фотокамерой Leica DC100.

Результаты и обсуждение. Блестящая чешуя серебряного карася содержала на обратной своей стороне серебристые включения в виде множества крупных отдельных иридоцитов (рис. 1а, б). У судака (рис. 1в) и кефали (рис. 1г) серебристый пигмент обнаружен в чешуйном эпителии также в виде крупных иридоцитов.

Блестящие элементы хамсы (рис. 1д), сельди (рис. 1е), скумбрии (рис. 1ж) и семги (рис. 1з, 1и) отмечены в дермальном слое кожи и чешуе в виде непрерывного слоя вытянутых волокон.

За белую и серебристую окраску кожных покровов рыб отвечают пурины, в основном их аминокислотные производные – гуанины, которые широко распространены в специальных хроматофорах – лейкофорах и иридиофорах. В цитоплазме этих клеток гуанин находится в форме мелких кристаллов, гранул или тонких пластин (Hoar, Randal, 1969; Funt et al., 2017).

Таким образом, серебристые элементы покровов рыб могут быть представлены в качестве отдельных клеточных структур (хроматофоров) в эпителии чешуи. Такой тип расположения отмечен у представителей семейства карповые Cyprinidae, окуневые Percidae, кефалевые Mugilidae. У видов семейств анчоусовые Engraulidae, сельдевые Clupeidae, скумбриевые Scombridae и лососевые Salmonidae серебристый пигмент представлен в виде блестящего слоя в дермальной коллагеновой структуре покровов.

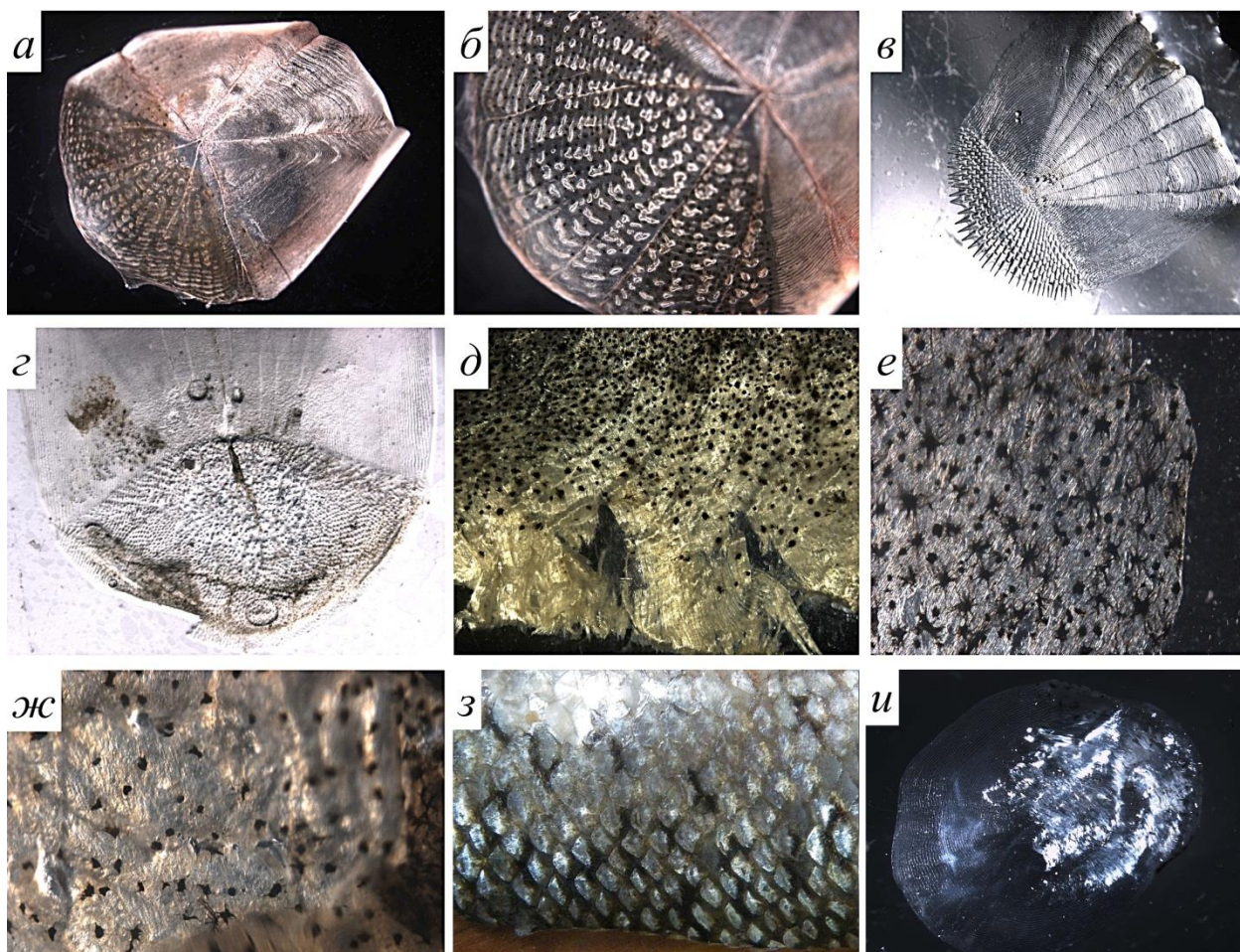


Рис. 1. Иридиофоры в покровах рыб: а – внутренняя сторона чешуи карася, б – внешняя сторона чешуи, в – внешняя сторона чешуи судака, г – внутренняя сторона чешуи кефали, д – блестящий слой кожи хамсы, е – сельди, ж – скумбрии, з, и – чешуя семги.

Список литературы

Пучков Н.В. 1941. Физиология рыб. М.: Пищепромиздат. 298 с.

- Яржомбек А.А., Жукова К.А. 2018. Красный и оранжевый цвет покровов рыб. Труды ВНИРО 170, 73–77.
- Яржомбек А.А., Жукова К.А. 2019. Организация тёмной пигментации покровов рыб. Труды ВНИРО. (в печати).
- Fujii R. 2000. Regulation of motile activity in fish chromatophores. *Pigment Cell Res.* 13(1), 300-319.
- Funt N., Palmer B.A., Weiner S., Addadi L. 2017. Koi Fish-Scale Iridophore Cells Orient Guanine Crystals to Maximize Light Reflection. *ChemPlusChem.* 82(6), 914-923.
- Нама Т. 1975. *Medaka (Killfish): Biology and Strains* (Т. Yamamoto, ed.). Tokyo: Keigaku Publ. Co. pp. 138-153.
- Hoar W.S., Randal D.J. 1969. *Fish biology*. New York: Academic Press. 15. p. 30.
- Neckel I. 1954. Chemische und Elektronenmikroskopische Untersuchungen über das Guanin in der Haut einiger FISCHE. *Mikroskopie.* 9, 113-119.

Пищевые гидролизаты из коллагенсодержащих отходов от разделки рыбы

Н.Ю. Зарубин, Н.Г. Строкова, О.В. Бредихина

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

e-mail: chitosan@vniro.ru

Ключевые слова: гидролизат, ферментативная обработка, коллагенсодержащие отходы, напиток, коллагено-растительная композиция.

Аннотация. В статье представлена технология переработки коллагенсодержащих отходов от разделки рыб на гидролизаты, характеризующиеся высоким содержанием белка (до 75,0%), состав которого представлен набором незаменимых и заменимых аминокислот, а также коллагеном. Показана возможность использования гидролизатов в технологии функциональных фруктовых напитков, а также в составе пищевой коллагено-растительной композиции, предназначенной для включения в рецептуры рыбных продуктов.

В настоящее время отходы от разделки рыб в основном (до 90%) являются сырьем для производства кормовой муки, а также рыбного жира. Однако известно, что кожа, хрящевая ткань, кости рыб являются высокоценным технологическим сырьем для получения биологически активных компонентов и продуктов на их основе. Для выделения этих биологически активных веществ целесообразно применять биотехнологические методы обработки сырья, позволяющие разрушить связи между белками и углеводами, и при этом сохранить структуру и свойства компонентов (Кельмаев, 2007; Цибизова, 2011; Антипова, 2014).

Учитывая, что наиболее массовыми объектами переработки на пищевую продукцию являются промысловые виды рыб семейства тресковых (~ 550, 17 тыс. кг/год), нами разработан биотехнологический способ переработки коллагенсодержащих отходов (кожа с чешуей, плавники, кости, хрящи, плавательные пузыри), образующихся в процессе разделки в количестве от 38,0 до 58,0% (Байдалинова, 2006; Бредихина, 2009; Обзор рынка рыбы, 2018).

С целью получения гидролизатов коллагенсодержащие отходы подвергали трехкратной обработке 10%-ным водным раствором лимонной кислоты в течение 60 мин при постоянном перешивании. Соотношение коллагенсодержащей массы к раствору кислоты = 1:1. После промывания полученную массу подмораживали при температуре минус 25 °С в течение 2 ч и измельчали на волчке с диаметром отверстий решетки 2-3 мм. Гидролиз измельченной массы проводили с использованием комплекса ферментных препаратов «Коллагеназа пищевая» и «Протепсин». Эффективность гидролиза коллагенсодержащих отходов оценивали по накоплению свободного аминного азота в гидролизатах. В работе были установлены и обоснованы рациональные параметры ферментативного гидролиза предобработанных коллагенсодержащих отходов: концентрация ферментных препаратов – по 0,1% к массе сырья; гидромодуль 1:2; продолжительность гидролиза – 5,5 ч при температуре 35 °С и постоянном перемешивании. Инактивировали комплекс ферментных препаратов при температуре 70 °С в течение 15 мин.

Полученный гидролизат концентрировали на микрофльтрационной установке через двухслойные металлокерамические мембраны с размерами пор 0,1-0,5 мкм под давлением не менее 0,22 МПа. В результате микрофльтрации получали два продукта: фильтрат (прозрачная жидкость с желтоватым оттенком) и концентрат гидролизата (непрозрачная масса с сероватым оттенком), который затем отправляли на лиофильную сушку, измельчали на шаровой мельнице и получали сухой гидролизат (Зарубин, 2016; 2017; 2018; Семенов, 2013). Выход сухого продукта составил 12%.

Были проведены исследования по изучению показателей качества гидролизатов из коллагенсодержащих отходов от разделки рыбы (табл. 1). Сухие гидролизаты, представляют собой порошок светло-серого цвета полностью растворимый в воде, содержат, %: белка – 73,2-75,6, в том числе коллагена (по оксипролину) – до 74,1 % от общей массы белка, липидов – 0,2-0,9, минеральных веществ – 1,5-2,9. Также в гидролизате присутствует набор незаменимых (Σ 22,49 г/100 г белка) и заменимых (Σ 77,51 г/100 г белка) аминокислот.

Таблица 1. Показатели качества сухих гидролизатов, полученных из коллагенсодержащих отходов от разделки рыб семейства тресковых (минтай, треска)

Растворимость в воде		полная
Внешний вид раствора		незначительная замутненность
рН 10 %-ного водного раствора		5,5 – 5,8
Просеивание порошка		очень быстрое
Цвет порошка		светло-серый
Запах и вкус		свойственные данному виду продукта
Энзиматическая активность порошка		отсутствует
Степень гидратации, г гидролизата / г воды		1:4
Содержание, %	воды	4,0-6,0
	белка	73,2–75,6
	Коллагена (по содержанию оксипролина)*	64,3-74,1
	жира	0,2-0,9
	зола	1,5-2,9

* – % от общего белка

В связи с этим гидролизаты, полученные из коллагенсодержащих отходов от разделки рыб, можно рекомендовать к использованию как самостоятельную пищевую добавку (источник коллагена, аминокислот, а также в качестве структурообразователя).

Для обоснования целесообразности использования полученного гидролизата в технологиях продуктов питания, в том числе на фаршевой основе, были проведены исследования по изучению его функционально-технологических и реологических свойств (табл. 2) в гидратированном виде.

Таблица 2. Функционально-технологические и реологические свойства гидратированных гидролизатов из коллагенсодержащих отходов от разделки рыб семейства тресковых (минтай, треска)

Показатель	Значение
ВСС, % к общей влаге	89,76 ±3,05
ВУС, % к сух. веществу	221,49 ±5,43
ЖУС, % к сух. веществу	292,01 ±9,15
Пластичность, 10^{-2} см ² /г	1,11 ±0,06
Предельное напряжение сдвига, Па	327,11 ±5,68
Эффективная вязкость, Па·с	435,29±10,66

Из данных таблицы 2 видно, что гидролизат обладает высокими значениями влагосвязывающей (ВСС) и водоудерживающей (ВУС) способности, что является положительным фактором для его включения при формировании консистенции и структуры готового продукта. Значение предельного напряжения сдвига (ПНС) гидролизата находилось на уровне 327,11 Па. Следует отметить, что значение ПНС смеси измельченных рыбных

отходов до обработки – 1534,23 Па. Эффективная вязкость гидролизата составила 434,29 Па·с и значительно снизилась по сравнению с данным показателем (2418,21 Па·с) для необработанных отходов. Снижение значений ПНС и эффективной вязкости у гидролизатов связано с деструкцией структуры белковых компонентов и уменьшением их молекулярной массы в процессе предобработки сырья органической кислотой и ферментативного гидролиза.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что гидролизат, полученный из коллагенсодержащих отходов от разделки рыб семейства тресковых, обладает хорошей структурообразующей способностью, позволяющей обеспечить высокие функционально-технологические свойства многокомпонентным пищевым системам.

Разработанный гидролизат был опробован в технологии быстрорастворимых функциональных напитков, предназначенных для восстановления тканей и суставов. Рецептуры смоделированы таким образом, что при восстановлении компонентов показатель осмолярности ($C_{осм}$) напитков соответствовал изотоническому раствору ($C_{осм} = 239-376$ мОсм/л) (ОФС.1.2.1.0003.15), обеспечивающему лучшее усвоение биологически активных веществ организмом.

Из данных таблицы 3 видно, что содержание хлорида натрия в напитках находится на уровне 0,27-0,21%, углеводов – от 2,41 до 2,65%, общего азота – 0,27%, в том числе аминокислот оксипролина (до 0,057%) и глицина (до 0,105%). Данное соотношение компонентов обеспечивает изотонические свойства напитка, что подтверждается значениями осмолярности ($C_{осм}$ 283,45 – 293,12 мОсм/л). Показатель рН восстановленных напитков находится на уровне ~6,45.

Таблица 3. Показатели качества восстановленных напитков с гидролизатом, полученным из коллагенсодержащих отходов от разделки рыб

Наименование	Напитки на основе соков цитрусовых фруктов		
	лимона	апельсина	грейпфрута
Массовая доля хлорида натрия, %	0,27±0,04	0,21±0,04	0,28±0,04
Массовая доля общих углеводов, %	2,41±0,23	2,23±0,34	2,65±0,36
Массовая доля общего азота($N_{об}$), %	0,29±0,03	0,26±0,03	0,27±0,03
Массовая доля оксипролина, %	0,048±0,001	0,053±0,001	0,057±0,001
Массовая доля глицина, %	0,091±0,002	0,105±0,002	0,093±0,002
рН, ед	6,21±0,01	6,45±0,01	6,33±0,01
Осмолярность ($C_{осм}$), мОсм/л	293,12±2,12	283,45±1,64	287,32±1,78

Таким образом, введение гидролизата, полученного из коллагенсодержащих отходов от разделки рыб семейства тресковых, в рецептуры функциональных напитков в количестве 2,5% увеличивает массовую долю белка в продукте, а изотонические свойства повышают его усвояемость, не оказывая влияния на органолептические показатели.

Путем комбинирования гидролизата и растительных компонентов муки из семян льна и клубней топинамбура была разработана коллагено-растительная композиция (КРК) (Зарубин, 2017; 2018). Проведена выработка опытного образца рыбного рулета из минтая в оболочке, в котором 10% рыбного сырья (филе минтая) заменено разработанной КРК.

В результате исследования химического состава, энергетической ценности, а также перевариваемости белков выработанных рыбных рулетов установлено увеличение массовой доли общего и соединительнотканного белка на 12,38 и 29,94% соответственно, а также калорийности на 6,74% (табл. 4) при снижении содержания жира. Оценка аминокислотной сбалансированности опытного образца по сравнению с контрольным показала, что его

биологическая ценность выше на 2,25%.

Таблица 4. Показатели качества рыбного рулета с коллагено-растительной композицией

Наименование показателя химического состава		Контроль	Опыт
Массовая доля влаги, %		79,56±0,32	77,01±0,81
Массовая доля белка, %		17,29±0,43	19,43±0,72
Массовая доля соединительнотканых белков, % от общего белка		4,71±0,12	6,12±0,16
в том числе коллаген, % от общего белка		4,35±0,11	5,84±0,14
Массовая доля жира, %		1,31±0,11	0,82±0,04
Массовая доля зола, %		1,25±0,14	1,79±0,19
Массовая доля углеводов, %		0,59±0,07	0,95±0,12
Массовая доля инулина, %		-	0,78±0,10
Калорийность, ккал/100 г продукта		83,06±2,03	88,66±2,17
Переваримость, мг тирозина/100 г белка			
Фермент	контроль	опыт	
Пепсин	6,59±0,17	6,36±0,16	
Трипсин	10,46±0,25	10,21±0,24	
Общее значение	17,15±0,43	16,57±0,40	

Однако, показатель перевариваемости белковых веществ в рыбных рулетах с КРК снизился 3,5% по отношению к контрольному образцу, что связано с увеличением содержания пищевых волокон за счет наличия в рецептуре КРК муки из семян льна и клубней топинамбура.

Стоит отметить, что моделирование рецептур с учетом КРК - полноценного источника белка, в том числе коллагена, а также пищевых волокон, в частности инулина, будет способствовать повышению биологической ценности белков пищевых продуктов и придавать им функциональные свойства.

В результате проведенных исследований обоснована возможность решения проблем переработки отходов от разделки рыб с применением биотехнологических методов. Полученный гидролизат рекомендовано использовать в технологиях пищевых продуктов.

Список литературы

Антипова Л.В., Сторублевцев С.А. 2014. Коллагены: источники, свойства, применение. Воронеж: ВГУИТ, 512 с.

Бредихина О.В., Бредихин С.А., Новикова М.В. 2009. Научные основы производства рыбопродуктов. М.: КолоС, 152 с.

Байдалинова Л.С., Лысова С.А., Мезенова О.Я., Сергеева Н.Т., Слуцкая Т.Н., Степанцова Г.Е. 2006. Биотехнология морепродуктов. М.: Мир. 560 с.

Зарубин Н.Ю., Бредихина О.В., Семёнов Г.В., Краснова И.С. 2016. Получение сухих высококачественных рыбных гидролизатов с использованием вакуумной сублимационной сушки. Вестник АГТУ: серия Рыбное хозяйство 3, 138–144.

Зарубин Н.Ю., Фролова Ю.В., Бредихина О.В. 2017. Разработка многофункционального комплекса на основе сырья животного и растительного происхождения для использования в технологии рыбных полуфабрикатов. Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология 7(1), 119–126.

Зарубин Н.Ю. Фролова Ю.В., Бредихина О.В. 2018. Исследование влияния коллагено-растительной композиции на качественные показатели рыбных рулетов. Журнал Технологии и товароведение инновационных пищевых продуктов 2, 72-78.

Кильмаев Р.Г., Разумовская Р.Г. 2007. Исследования ферментативного гидролиза малоценного рыбного сырья в технологии получения белковых продуктов. Вестник АГТУ. Сер: Рыбное хозяйство 3, 120-125.

Обзор рынка рыбы по состоянию на 12.10.2018 г. Доступно через: <http://www.vniro.ru/ru/izdatelstvo/periodicheskie-izdaniya/trudy-vniro/trebovaniya-k-oformleniyu-statej>. 07.11.2019.

ОФС.1.2.1.0003.15 Осмолярность.

Семенов Г.В. 2013. Вакуумная сублимационная сушка. М.: ДеЛи плюс, 264 с.

Цибизова М.Е., Разумовская Р. Г., Као Тхи Хуе. 2011. Практические аспекты получения структурообразователей из коллагенсодержащего рыбного сырья. Вестник АГТУ: Сер.: Рыбное хозяйство 1, 145-151.

Селекционный отбор карпа путем воздействия повышенной температуры на сперму

И.В. Зингис

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)
e-mail: zingisiv@gmail.com

Ключевые слова: Отбор, селекция, карп, гипертермия, половые клетки, сперма.

Аннотация. Приведены результаты повторных исследований воздействия повышенной температуры на сперму карпа. У полученного потомства выявлено положительное влияние гипертермии на повышение термоустойчивости.

Массовый отбор является основным методом при селекции рыб (Головинская, 1983; Кирпичников, 1987; Катасонов, 1997; Катасонов, Черфас, 1986). Однако данный метод характеризуется большими материальными и трудовыми затратами, связанными с выращиванием рыб до товарного возраста, так как именно в эти сроки проводят основной отбор на племя. Селекция при этом ведётся по внешнему признаку (массе тела) и направлена на ускорение роста. Другой составляющий признак продуктивности – выживаемость – при этом не затрагивается.

Сложность такого отбора также состоит в том, что он проводится вручную: селекционером просматривается и оценивается каждая особь отдельно, что ограничивает возможности интенсивного отбора.

Некоторыми исследователями (Слущкий, Тищенко, 1978; Зонава, 1978) было предложено проводить отбор по массе, начиная с первых месяцев жизни молоди, поскольку к этому времени рыбы уже обладают достаточным фенотипическим разнообразием (Мурашкин, 1983). Также есть свидетельства эффективной селекции на половых продуктах, например сперме.

Долгое время считалось, что отбор на уровне сперматозоидов не может быть эффективным, поскольку гены сперматозоида почти не экспрессируются, и в целом его фенотип не связан с качеством генотипа. Шведскими учеными (Alavioon et al., 2017) было показано, что у рыбок данио-рерио сперматозоиды с разной продолжительностью активности из одной порции спермы по-разному влияют на выживаемость будущего потомства. За данный феномен могут отвечать генетические различия, обнаруженные между ними. Ранее считалось, что эффект такого отбора половых клеток у животных минимален.

Другие авторы предположили возможность эффективного отбора путем криоконсервации (Жукинский и др., 1981). Считается, что глубокое замораживание способствует отсеvu неполноценных сперматозоидов. Слабые сперматозоиды, способные в нормальных условиях осеменять икру, после холодого воздействия эту способность теряют. Эта теория подтверждается исследованиями, проведенными во Всероссийском научно-исследовательском институте пресноводного рыбного хозяйства (ВНИИПРХ) (Цветкова и др., 2001).

Есть также предположение о положительном влиянии гипертермии на сперму карпа, что отражается на выживаемости полученных потомств (Зингис, 2018). Данная теория подкрепляется опытами, проведенными в 2018 году, а также результатами, приведенными в данном исследовании.

Материал и методы. Материалом для исследований послужили половые клетки и личинки карпа, полученные во время нерестовой компании 2019 года.

Всего было проведено две серии опытов. В каждой из них использовали смесь спермы от 5 самцов. Сперму прогревали в шприцах объемом 5 мл, помещенных в термостат при

температуре 38 °С. Всего было 5 опытных вариантов, с экспозицией 20, 30, 40, 50 и 60 мин. В качестве контроля служила нативная (непрогретая) сперма. Спермой каждого варианта (включая контроль) осеменяли небольшие порции (около 0,2 г) смеси икры, полученной от 5 самок карпа, размещённой для инкубации в чашках Петри с прудовой водой. Опыты проводили в трехкратной повторности. Через сутки после начала инкубации икры определяли процент оплодотворения, а в последующем учитывали процент вылупления эмбрионов (от числа оплодотворённых икринок) и относительное число среди них уродливых особей.

На следующий день после перехода личинок «на плав» исследовали их устойчивость к повышенной температуре. Для этого по 15 личинок каждого варианта помещали в чашки Петри с водой, которые выдерживали в термостате при 40 °С на протяжении 120 мин. Время данной экспозиции установили в предварительных опытах по определению эффективной (полуметальной) дозы экспериментального фактора. По истечению этого времени чашки с личинками доставали из термостата и через 12 ч просчитывали число живых и погибших особей.

Результаты. В опытах по воздействию гипертермии на сперму карпа (табл.) чётко проявляется динамика снижения процента оплодотворения, за исключением второго опыта, где он находился на уровне 90% и превышал контроль (85%). Число вылупившихся эмбрионов (процент от числа оплодотворенных икринок) по всем вариантам было довольно высоким, но не превышало контрольные варианты.

Таблица. Данные по воздействию гипертермии на сперму карпа.

Опыт	Вариант опыта	Время экспозиции, минут	% оплодотворения	% выклева	% уродов	Сохранность личинок после тестирования, %
1	1	20	84,35	96,97	2,58	97,78
	2	30	78,01	98,2	3,38	80
	3	40	54,07	97,82	2,44	100
	4	50	37,82	97,7	2,47	97,78
	5	60	16,5	31,75	1,67	-
	Контроль	0	94,52	99,19	0,42	97,78
2	1	20	96,86	100	2,52	66,67
	2	30	94,1	95,99	4,66	84,44
	3	40	93,04	98,4	7,18	91,11
	4	50	92,82	97,08	5,72	88,89
	5	60	87,27	97,6	6,11	55,56
	Контроль	0	85,05	98,89	2,22	84,44

Проценты уродливых особей в первом опыте незначительные, во втором отмечается достоверная корреляция со временем экспозиции воздействия экстремального фактора (коэффициент корреляции – 0,84). Вместе с тем при тестировании полученных личинок по устойчивости к повышенной температуре особых различий не наблюдается. Только во втором опыте (3-й и 4-й варианты) выявлен положительный эффект: выживаемость личинок после стрессового воздействия оказалась выше, чем в контроле.

Заключение. Использование прогретой спермы для осеменения икры приводит к снижению процента оплодотворения, что в большинстве случаев отрицательно сказывается на выходе вылупившихся эмбрионов. Помимо этого проявляется зависимость появления уродливых особей от дозы эффекта. Вместе с тем наблюдается тенденция положительного

влияния гипертермии спермы на теплоустойчивость полученного потомства, что свидетельствует о возможности эффективной селекции в этом направлении.

Список литературы

Головинская К.А. 1983. Состояние и перспективы развития селекционно-генетических исследований и племенного дела в рыбководстве СССР. Биологические основы рыбководства: проблемы генетики и селекции. Л.: изд-во «Наука», 22-34.

Жукинский В.Н., Копейка Е.Ф., Недялков Г.Ф. 1981. Криоконсервация спермы рыб и опыт её использования для получения потомства карпа. Гидробиологический журнал 17(6), 39-52.

Зингис И.В. 2018. Воздействие повышенной температуры на сперму карпа. VI научно-практическая конференции молодых ученых «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса». М.: изд-во ВНИРО, 99-102.

Зонова А.С. 1978. Опыт массового отбора мальков ропшинского карпа по темпу роста. Изв. ГосНИОРХ. 130, 70-83.

Катасонов В.Я. 1997. Селекция и промышленное разведение карпа. Автореф. дис. доктора биол. наук. 03.00.10. М. 66 с.

Катасонов В.Я., Черфас Н.Б. 1986. Селекция и племенное дело в рыбководстве. М.: Агропромиздат, 181 с.

Кирпичников В.С. 1987. Генетика и селекция рыб. Л.: Наука, 520 с.

Мурашкин В.Б. 1983. Опыт массового отбора карпа на первом году содержания в садках на тёплых водах. Научн. тр. ГосНИОРХ, 206, 123-137.

Слуцкий Е.С., Тищенко Ю.Ф. 1978. Динамика изменчивости размерных показателей карпа на первом году жизни. Изв. ГосНИОРХ. 130, 64-69.

Цветкова Л.И., Докина О.Б., Пронина Н.Д., Трифилов А.Н. 2001. Метод криоконсервации спермы рыб для сохранения геномов и получения жизнестойкого потомства. Научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России». Краснодар, 116-117.

Alavioon G., Hotzy C., Nakhro K., Rdoif S., Scofield D.G., Zajitschek S., Maklakov A.A., Immler S. 2017. Haploid selection within a single ejaculate increases offspring fitness // PNAS 114(30), 8053-8058.

Современное экологическое состояние Средне-Тавдинских озер Свердловской области

М.Ф. Изиметова

Уральский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («УралНИРО»), г. Екатеринбург
e-mail: izimetova.marya.3105@yandex.ru

Ключевые слова: озеро Янычково; озеро Шайтанское; гидрохимическая характеристика; экологическое состояние.

Аннотация: В настоящей работе обобщены материалы исследований по Средне-Тавдинским озерам Свердловской области (Янычково и Шайтанское). В работе представлены морфометрические и гидрохимические характеристики (ионный состав, минерализация, содержание биогенных элементов, газовый режим) исследуемых водоемов за многолетний период (1941-2019 гг.).

Средне-Тавдинские озера расположены на озерно-аккумулятивной Тавдо-Кондинской равнине. Равнина на поверхности состоит из озерно-аллювиальных песков и глин, лежащих на неогеновых, южнее – на палеогеновых песках и глинах. На водосборе Средне-Тавдинских озер преобладают подзолистые почвы. Характерная особенность озер – мелководность и заболоченность прибрежной части и берегов. Процесс заболачивания, зарастания и разобщения Тавдинских озер (Балабанова, 1957) продолжается и в настоящее время. Озера имеют округлую форму, котловины выражены слабо. Согласно классификации, предложенной Андреевой (1973) озера по максимальной глубине относятся к мелководным, по площади водного зеркала – крупные (табл.).

Таблица. Морфометрическая и гидрохимическая характеристика исследуемых водоемов (1941-2019 гг.)

Параметры, ед. изм.	Озеро Шайтанское	Озеро Янычково
Уровень, м	64,9	58,4
Площадь, км ²	20,8	16,0
Глубина средняя, м	1,5	1,0-1,5
Глубина максимальная, м	3,5	3,5
Класс воды	C ^{Ca} /C ^{Mg}	C ^{Ca-Na} /C ^{Mg}
Минерализация, мг/дм ³	126-297	146-830
pH, ед.	5,6-9,2	6,5-9,0
Жесткость общая, °Ж	1,1-4,6	1,15-11,7
Прозрачность, м	0,3-1,9	0,4-1,4
Цветность, градус цветности	15,0-121,2	13,0-117
Перманганатная окисляемость, мгО/дм ³	3,5-39,2	3,9-27,0
Температура, °С	1,2-24,0	0,3-26,2

Озеро Шайтанское расположено на территории Тавдинского района у с. Шайтанское и относится к бассейну р. Карабашки (бассейн р. Тавды). Питание озера осуществляется за счет вод местного поверхностного стока и атмосферных осадков. Озеро не проточное, берега частично заболочены, окружены смешанным лесом. Озеро не подвержено загрязнению. В озере водится щука, карась, окунь, чебак, линь (Галактионов, 1990).

В 1941 году вода озера Шайтанское характеризовалась как мягкая, среднеминерализованная, подщелочная. Температура воды находилась в пределах 12,6 – 17,7 °С. По показателям прозрачность (0,6-0,9 м) и перманганатная окисляемость (20,2-24,8 мгО/дм³) трофический уровень озера в соответствии с ГОСТ 17.1.2.04-77 характеризовался как альфа-бета-мезосапробный. Насыщение кислородом высокое: 94-137%. По данным 1970-х гг. вода озера Шайтанское среднеминерализованная, гидрокарбонатного класса кальциевой группы, жесткость воды варьировала от мягкой до умеренно жесткой. Активная реакция воды находилась в пределах 7,0-9,2. Кислородный режим удовлетворительный: 52-86%. По сравнению с 1941 годом в 1970-х гг. увеличились концентрации кальция, гидрокарбонатов и хлоридов. По содержанию биогенных элементов класс качества воды переходил от ксеносапробного до полисапробного.

В настоящее время вода оз. Шайтанское пресная, среднеминерализованная. По показателю жесткости изменяется от очень мягкой до умеренно жесткой. По значению водородного показателя варьирует от кисловатой до слабощелочной, что может быть опасно для рыб при длительном воздействии. По соотношению ионов вода относится преимущественно к I содовому типу гидрокарбонатного класса кальциевой группы (Алекин, 1970). Межгодовые колебания концентраций основных ионов в воде озера Шайтанское, связанные, по всей вероятности, с изменениями уровня воды в бессточном водоеме, приводят к преобладанию катионов магния и даже натрия в отдельные годы. Так произошло, например, в 2009 году, когда класс воды сменился на гидрокарбонатный натриевой группы. В 2017 и 2018 гг. вода соответствовала гидрокарбонатному классу магниевой группы. В отдельные годы отмечено снижение концентрации кальция, например в 2006, 2009, 2016-2017 гг. В 2018 и 2019 годах концентрация кальция увеличилась по сравнению с 2016-2017 гг.

Кислородный режим водоема характеризуется неустойчивостью даже в открытый период. Так, в августе 2007 г. вода на разных участках водоема была насыщена кислородом от 22 до 53%. В сентябре 2010 г. насыщение воды кислородом также было низким и составило 32-50%. С 2011 года кислородный режим водоема можно охарактеризовать как достаточно благополучный: насыщение воды кислородом составляет 68-80%. В 2019 году содержание растворенного кислорода находилось на уровне 8,0 мг/дм³.

По содержанию минерального азота класс качества воды переходил от бета-мезосапробного до альфа-мезосапробного. По содержанию фосфатов класс качества воды находился в пределах от бета-мезосапробного до альфа-полисапробного (Жукинский и др., 1993). Величина окисляемости в 2003-2005 гг. составляла 15,5-29,8 мгО/дм³, в 2010-2017 гг. – 11,5-19,7 мгО/дм³, в последние годы снизилась до 3,5 мгО/дм³.

Значительные колебания абсолютных значений показателей качества воды свидетельствуют о неустойчивости гидрохимического режима водоема. По совокупности гидрохимических показателей оз. Шайтанское соответствует эвтрофному классу природного уровня трофии.

Озеро Янычково находится на территории Тавдинского района в 1,5 км на юго-восток от с. Янычково и относится к бассейну реки Ольховки. Питание озера осуществляется за счет атмосферных осадков, а также вод местного поверхностного стока. Озеро проточное, из озера вытекает р. Ольховка, берега окружены лесом. Озеро не подвержено загрязнению. В озере водятся щука, карась, чебак, язь, окунь (Галактионов, 1990).

В 1940-е годы озеро Янычково характеризовалось как водоем средней минерализации, гидрокарбонатный кальциевой группы с умеренно жесткой водой. Активная реакция воды слабощелочная. Содержание кислорода от 62,7% до 140,3%. Величина прозрачности воды была равна 1,0 м, и оставалась одинаковой в разных частях озера. Перманганатная окисляемость находилась на уровне 10,4-13,1 мгО/дм³. Градиент температур придонных слоев с верхними составил от 0,2 до 3,1 °С. По данным 1976 года в весенний период вода озера Янычково высокоминерализованная, очень жесткая, по водородному показателю нормальная. Отмечено увеличение перманганатной окисляемости до 21,1 мгО/дм³. По показателям прозрачность и перманганатная окисляемость трофический уровень озера

характеризовался как бетабезопасный, что соответствует классу евтрофии. По содержанию биогенных элементов водоем характеризовался как евтрофный.

В настоящее время в соответствии с ГОСТ 17.1.2.04-77 воды оз. Янычково характеризуются как пресные, среднеминерализованные, от мягких до умеренно жестких; по значению водородного показателя варьируют от нормальных до подщелочных, что может быть опасно для рыб при длительном воздействии. По соотношению между ионами вода преимущественно гидрокарбонатного класса группы кальция (Алекин, 1970). Изменения гидрологического режима в водоеме приводят к формированию смешанного кальциево-натриевого состава воды в отдельные годы, что наблюдалось, например, в 2009 году. В целом гидрохимический режим озера характеризуется сезонной и многолетней неустойчивостью. В 2017 и 2018 гг. наблюдалась смена класса воды на гидрокарбонатный магниевой группы. В 2009, 2016-2019 гг. отмечено снижение концентрации кальция. В 2019 году также наблюдалось повышение концентрации сульфатов и снижение концентрации магния.

Кислородный режим неустойчивый, также как и в оз. Шайтанском. Насыщение воды кислородом в 2004-2009 гг. составляло 42-64%. В 2019 году содержание растворенного кислорода составило 7,2 мг/дм³.

Содержание минерального азота находилось в пределах 0,51-1,84 мг/дм³, фосфатов – 0,03-2,65 мг/дм³. В 2019 году отмечено снижение значений этих показателей. По показателю перманганатная окисляемость в 2004-2017 гг. трофический уровень характеризовался как альфа-бетабезопасный, в 2018-2019 гг. как ксено-олигосапрофный.

Трофический статус водоема по сравнению с 1940-ми годами и 1976 годом увеличился, и в настоящее время, согласно (ГОСТ 17.1.2.04-77; Жукинский и др., 1993), водоем является эвтрофным.

Таким образом, озера Шайтанское и Янычково представляют собой мелководные водоемы с неустойчивым кислородным режимом. Озера схожи по морфометрическим параметрам и гидрохимическому режиму. По своим физико-химическим показателям озера относятся к эвтрофному типу. По видовому составу постоянно обитающих рыб озера являются типично карасевыми (Оленев, 2015).

Список литературы

- Алекин О.А. 1970. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 443 с.
- Андреева М. А. 1973. Озера Среднего и Южного Урала. Челябинск: Южно-Уральское книжное изд-во, 272 с.
- Балабанова З.М. 1957. Озера бассейна реки Тавды. Известия Всесоюзного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства. Том XXXIX. М.: Пищепромиздат, 208-218.
- Галактионов С.А. 1990. Озера Урала. Свердловск, 116 с.
- ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов. М.: Изд-во стандартов, 17 с.
- Жукинский В.Н., Оксюк О.П., Брагинский Л.П. и др. 1993. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши. Гидробиологический журнал 29(4), 62-76.
- Оленев С.В. 2015. Перелов карася как фактор снижения рыбопродуктивности озер зоны южной тайги Западно-Сибирской низменности. Вестник рыбохозяйственной науки 2(4(8)), 34-41.

Микробные сообщества рыб при экто- и эндопаразитах

Е.Н. Кашинская, Е.П. Симонов, М.М. Соловьев

Институт систематики и экологии животных СО РАН (ФГБУН «ИСиЭЖ» СО РАН), г. Новосибирск

e-mail: elena.kashinskaya@inbox.ru

Ключевые слова: рыбы, микробиота кожных покровов и кишечника, *Lernaea* sp., *Argulus* sp., *Proteocephalus* sp., секвенирование.

Аннотация: Проведено изучение таксономического состава бактериальных сообществ внешних покровов серебряного карася *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) и микробиоты, ассоциированной с желудочно-кишечным трактом окуня *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758) при паразитировании ракообразных из рода *Lernaea* и *Argulus* и цестод (*Proteocephalus* sp.), соответственно.

Введение. Хозяин, паразит и микробиота представляют собой микробиоценоз со сложившимися за время совместной эволюции тесными взаимоотношениями, исследование которых важно для понимания происходящих в нем процессов. Цели исследования: 1) определить структуру микробных сообществ кожных покровов и слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта рыб при экто- и эндопаразитах, соответственно; 2) выявить структуру микробных сообществ паразитов рыб, воды и донных отложений как потенциальных источников патогенной микробиоты.

Материалы и методы. Сбор ихтиологического и микробиологического материала проводили в районе оз. Малые Чаны (Новосибирская область, 54°36'56,3" с.ш, 78°12'5,9" в.д.). Для изучения микробных сообществ рыб при паразитировании в их кишечнике гельминтов из класса Cestoda были отловлены семь половозрелых особей окуня обыкновенного (192,5±24,8 мм). Половозрелых цестод *Proteocephalus* sp. извлекали из кишечника рыб также в асептических условиях. От каждой особи окуня собраны образцы слизистой и содержимого желудка, слизистой и содержимого кишечника, пилорических придатков и цестоды в количестве пяти экземпляров. Для молекулярно-генетических исследований микробиоты при эктопаразитах зафиксированы образцы кожной слизи в области поврежденной (язвы) и неповрежденной части кожи у 35-ти половозрелых особей серебряного карася (Q = 372,8±7,04 г; L = 274,4±0,17 мм). Дополнительно собраны ракообразные для изучения ассоциированной с ними микробиоты (*Argulus* sp. и *Lernaea* sp.). Секвенирование гипервариабельных участков V3, V4 гена 16S рРНК проводили на платформе «MiSeq Illumina» в компании «Евроген» (Москва).

Результаты. В результате проведенных работ обнаружены достоверные изменения в составе микробиоты неповрежденных кожных покровов зараженных особей серебряного карася по сравнению с микробиотой кожных покровов незараженных рыб. В составе ассоциированной микробиоты паразитических ракообразных доминировали условно-патогенные микроорганизмы – потенциальные возбудители вторичных инфекций у рыб. Кишечная микробиота окуня при эндопаразитозе достоверно не отличалась от ассоциированной микробиоты цестод, что, по-видимому, свидетельствует о мимикрии паразитов не только на морфологическом уровне (сходство пищеварительно-транспортных структур рыб и цестод), но и на уровне микробных сообществ.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 17-74-10054.

Определение коэффициента изъятия объектов пастбищной аквакультуры на водных объектах бассейна Саратовского и Волгоградского водохранилищ

В.В. Кияшко, З.И. Легкодимова, В.П. Ермолин

Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СаратовНИРО»)
e-mail: coba80@mail.ru

Ключевые слова: пастбищная аквакультура, объекты пастбищной аквакультуры, средняя масса, естественная смертность, период выращивания, коэффициент изъятия.

Аннотация: Представлены результаты исследования по расчету коэффициентов изъятия объектов пастбищной аквакультуры на водоемах бассейна Саратовского и Волгоградского водохранилищ. Определено значение коэффициента естественной смертности объектов выращивания от средней массы. Показано изменение коэффициентов изъятия объектов пастбищной аквакультуры в зависимости от средней массы выпускаемой молоди и периода выращивания.

Пастбищная аквакультура основана на принципе освоения естественного продукционного потенциала водоемов путем их зарыбления быстрорастущими видами рыб, не конкурирующих между собой в питании. При этом степень реконструкции экосистем конкретных водоемов должна определяться их продукционными возможностями и ценностью местной ихтиофауны.

Для расчета объемов объектов пастбищной аквакультуры подлежащих изъятию предлагается использовать данные о количестве выпускаемых объектов аквакультуры и коэффициентов их изъятия за исключением растительноядных видов рыб.

Расчет коэффициентов изъятия объектов пастбищной аквакультуры для условий конкретных бассейнов водных объектов является важным моментом как для хозяйствующих субъектов, так и в целях минимизации влияния на экосистему.

Для расчета коэффициентов изъятия объектов пастбищной аквакультуры были приняты следующие положения:

1. определение коэффициентов естественной смертности в разных размерных группах в разные периоды выращивания производится согласно графика зависимости их естественной смертности от средней массы;
2. прирост средней массы равен приросту эндемичной ихтиофауны водоёмов региона;
3. при выращивании менее 1 года изъятие равно максимальной ихтиомассе зарыбления с учетом потерь от естественной смертности.

По данным ряда авторов вылов в естественных водных объектах в 100% недостижим, наиболее осуществимый вылов может достигать только 80% (Шибаяев, 2007; Сечин, 2010; Кияшко, 2011).

На водных объектах бассейна реки Волги от верховий Куйбышевского водохранилища до впадения в Каспий объектами пастбищной аквакультуры являются следующие виды: сазан, судак, лещ, щука.

Порядок расчета приведен на примере определения коэффициента изъятия сазана.

По многолетним данным ГосНИОРХ в предшествующие годы были разработаны требования к качеству посадочного материала сазана при вселении в волжские водохранилища. Так, для Саратовского и Волгоградского водохранилищ, эти обоснования изложены в материале по тематике НИР выполненной в 2015-2016 годах в зоне деятельности Саратовского филиала ФГБНУ «ВНИРО». Выпуск посадочного материала сазана обоснован навеской не менее 20-25 г.

Значение коэффициента естественной смертности от средней массы сазана представлено на рисунке 1.

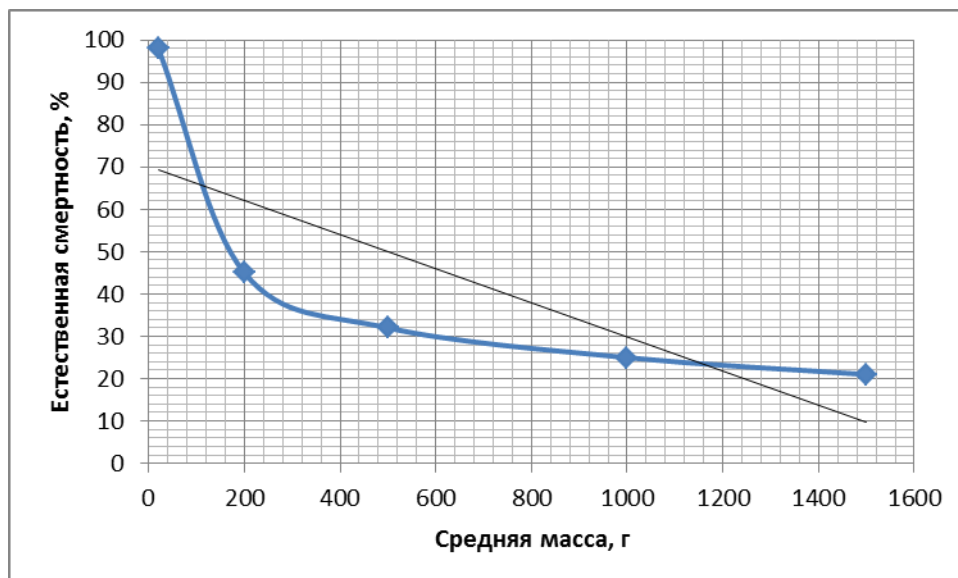


Рис. 1. Значение коэффициента естественной смертности от средней массы сазана

Исходя из величин коэффициентов естественной смертности рассчитали количество выжившей рыбы в разные периоды нагула от посаженной молоди на 1000 экз. (табл. 1).

Таблица 1. Расчетное количество выжившего сазана за период выращивания от 1000 экз. в зависимости от средней массы посаженной молоди, экз.

Продолжительность нагула, лет	Масса молоди при выпуске, г			
	21-30	31-40	41-50	51-100
менее 1	630	660	680	750
1-2	454	495	524	600
2-3	363	396	419	486
3-4	294	321	339	399
более 4	241	263	278	331

Для определения коэффициента изъятия (табл. 2) находим планируемую ихтиомассу сазана в разные периоды нагула согласно значениям средней массы аборигенной ихтиофауны.

Таблица 2. Коэффициент изъятия сазана, кг/1000 экз.

Продолжительность нагула, лет	Масса молоди при выпуске, г			
	21-30	31-40	41-50	51-100
менее 1	15,1	21,1	27,2	60
1 -2	72,6	79,2	83,8	96
2-3	145,2	158,4	167,6	194,4
3-4	235,1	256,6	271,4	318,8
более 4	289,2	315,6	333,9	396,9

Что касается выпуска посадочного материала судака и леща, выпуск личинок считаем нецелесообразным. Для получения этих личинок потребуется изъятие в запретный период производителей, часть которых погибнет при выдерживании в заводских условиях и будет потеряна для естественного воспроизводства, к тому же это повлечет за собой затраты на их воспроизводство.

Расчетный коэффициент изъятия судака, представлен в табл. 3.

Таблица 3. Коэффициент изъятия судака, кг/1000 экз.

Продолжительность нагула, лет	Масса молоди при выпуске, г								
	< 1	1-2,9	3-5	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-100
менее 1	0,1	0,1	0,2	0,6	2,7	5,8	10,2	15,2	44,8
1 -2	0,5	0,9	1,2	11,2	38,1	53,8	71,7	85,1	125,4
2-3	0,8	1,3	1,9	14,4	55,4	78,2	104,2	125,3	184,6
более 3	1,2	2,0	2,9	14,8	62,0	87,5	118,1	143,8	214,4

Расчетный коэффициент изъятия леща представлен в табл. 4.

Таблица 4. Коэффициент изъятия леща, кг/1000 экз.

Продолжительность нагула, лет	Масса молоди при выпуске, г								
	< 1	1-2,9	3-5	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-100
менее 1	0,3	1,4	2,3	5,0	11,0	17,3	24,0	30,6	61,6
1 -2	0,6	21,4	22,5	24,7	29,4	31,9	33,6	79,8	81,8
2-3	0,9	38,1	40,7	44,6	54,7	59,7	63,8	117,0	120,0
более 3	1,3	55,2	58,9	64,5	80,2	87,6	93,5	144,0	147,6

Личинки щуки в связи с ранними сроками их получения и отсутствием массового количества молоди других видов рыб в этот период на мелководных зонах водоемов могут найти благоприятные условия для выживания, поэтому возможно зарыбление личинкой. Расчетный коэффициент изъятия щуки представлен в табл. 5.

Таблица 5. Коэффициент изъятия щуки, кг/1000 экз.

Продолжительность нагула, лет	личинка	Масса молоди при выпуске, г								
		< 1	1-2,9	3-5	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-100
менее 1	0,1	0,2	0,5	1,5	3,2	7,0	11,0	17,0	19,2	51,2
1-2	0,1	1,6	13,2	25,5	26,8	30,0	32,2	37,6	113,8	153,6
2-3	1,7	3,1	29,8	59,0	62,1	73,9	79,5	92,9	182,7	246,7
более 3	2,4	4,3	47,8	94,8	99,8	118,7	127,7	149,2	244,4	330,0

Европейский сом в водоёмах зоны ответственности Саратовского филиала является перспективным объектом пастбищной аквакультуры, средняя масса, рекомендованная к выпуску свыше 3 г (Легкодимова, 2009). Расчетный коэффициент изъятия сома представлен в табл. 6.

Таблица 6. Коэффициент изъятия европейского сома, кг/1000 экз.

Продолжительность нагула, лет	Масса молоди при выпуске, г						
	3-5	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-100
менее 1	0,7	2,2	5,8	9,6	15,0	20,0	42,4
1-2	28,7	47,0	67,6	76,5	91,5	100,8	146,6
2-3	56,4	92,3	137,3	160,5	198,2	235,3	402,0
более 3	75,3	123,2	188,7	223,7	284,0	364,8	639,0

Таким образом, полученные расчетные данные коэффициентов изъятия на основе среднесуточных коэффициентов смертности и средних масс видов рыб, выращиваемых в пастбищной аквакультуре, более точно отражают потенциал получения рыбной продукции, с учетом дифференциации при изъятии разновозрастных групп.

Список литературы

Легкодимова З.И., Масликов В.П. 2019. Метод искусственного воспроизводства сома обыкновенного (*Silurus glanis* L.) – перспективного объекта разведения. Рыбоводство и рыбное хозяйство 2, 28-33.

Кияшко В.В. 2011. Промысловая ихтиология с основами рыболовства: краткий курс лекций для магистров I курса специальности (направления подготовки) 111400.68 Водные биоресурсы и аквакультура. Саратов. ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 58 с.

Сечин Ю.Т. 2010. Биоресурсные исследования на внутренних водоёмах. Калуга.: «Эйдос», 204 с.

Шибяев С.В. 2007. Промысловая ихтиология. СПб: «Проспект Науки», 400 с.

Длиннопалый рак (*Pontastacus leptodactylus leptodactylus*) – объект пастбищной аквакультуры

В.В. Кияшко, В.П. Ермолин

Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СаратовНИРО»)

e-mail: coba80@mail.ru

Ключевые слова: длиннопалый рак, пастбищная аквакультура, коэффициент изъятия, бассейны Волгоградского и Саратовского водохранилищ.

Аннотация. Рассматривается расчет коэффициентов изъятия длиннопалого рака при использовании его в пастбищной аквакультуре.

Длиннопалый рак относится к многочисленной полиморфной группе рода *Pontastacus* (*Pontastacus leptodactylus leptodactylus* Esch). Однако в практике довольно часто используют его синоним (*Syn. Astacus leptodactylus*).

Длиннопалый рак широко распространён в пресных водоёмах на всей территории Европы, а также заселяет озера и реки нашей страны. Объект промышленной добычи (раколовства). В Волжском бассейне наибольшее количество его добывается в Саратовской области. Длиннопалый рак является наиболее пригодной формой для разведения искусственным способом.

В последние годы предпринимаются попытки его пастбищного выращивания. К большому сожалению, по отношению к этому виду пастбищной аквакультуры не разработаны (не обоснованы) коэффициенты его изъятия. В связи с этим в официальных документах, выданных и подписанных представителями муниципальной власти на местах, можно встретить самые невероятные величины объемов, подлежащих изъятию объектов аквакультуры (рака). В качестве примера приводим пример такого документа. «ИП Галкин Д. А.» выпустил в сентябре 2018 года в водохранилище на р. Солёная Куба Краснокутского района Саратовской области (Рыбоводный участок № 7, согласно Приказа Министерства природных ресурсов и экологии Саратовской области № 360 от 01.06.2018 г.) две партии сеголетков длиннопалого рака: 1) 35,6 тыс. экз. штучной навеской 2,5 грамма; 2) 10 тыс. экз. навеской 10 грамм (Акт выпуска от 22 октября 2018 г.). Молодь получена от местного рака (*Pontastacus leptodactylus leptodactylus* Esch). В документах для обозначения вида используют его синоним – *Astacus leptodactylus*. Объем, подлежащий изъятию объектов аквакультуры (рака), согласно, акта выпуска, составит 2,5 и 0,8 тонн соответственно объемам выпуска.

Рак (*P. l. leptodactylus*) в водоемах Саратовской области достигает промысловой меры на третьем году жизни. То есть поколение рака 2018 г. рождения вступит в промысел лишь в 2020 году при средней длине 11,7-12 см. Рак такого размера имеет среднюю навеску 59-60 г. В водохранилище относительно многочисленны местные виды рыб и имеется природная популяция длиннопалого рака. Молодь, полученная в заводских условиях и не наученная избегать хищников, становится легкой добычей последних. Коэффициент естественной смертности высокий (Раколовство и раководство ..., 2006).

На основе данных естественной смертности (Раколовство и раководство ..., 2006) нами была рассчитана остаточная численность: от выпуска 35,6 тыс. экз. в 2020 г. останется 4,7 тыс. экз., массой 277 кг, от выпуска 10 тыс. экз. – 2,7 тыс. экз. массой 159 кг. Если лов перенести на 2021 год, то остаточная масс рака составит 2,7 и 1,5 тыс. экз. массой, соответственно, 279 и 155 кг. Данные расчета дают близкие величины суммарного улова: 2020 г. – 436 кг, 2021 г. – 434 кг, что в 7,6 раза меньше планируемого объема подлежащего изъятию объекта аквакультуры (рака).

Согласно, проведенным исследования, коэффициент изъятия длиннопалого рака при пастбищном выращивании в водоемах бассейна Саратовского и Волгоградского водохранилищ в зависимости от массы молоди при выпуске имеет следующие значения представленные в таблице.

Таблица. Коэффициент изъятия длиннопалого рака (*P. l. leptodactylus*), кг/10000 экз.

Продолжительность нагула, лет	Масса молоди при выпуске, г						
	< 1	1-2,9	3-5	6-10	11-20	21-30	31-40
менее 1	0,5	6,96	25	54,5	112,0	171,0	232
1 -2	1,3	6,1	64,1	69,9	181,7	329,7	341,5
более 2	3,2	16,9	90,7	100,5	190,9	230,9	239,1

Совершенно очевидно, что для рака, как объекта аквакультуры, должны быть разработаны нормативы объемов, подлежащих изъятию при пастбищном выращивании.

Список литературы

Раководство и раководство на водоемах Европейской части России. 2006. Справочник / Под ред. О.И. Мицкевич. С.-П., ФГБНУ «ГосНИОРХ», 207 с.

Установка сроков годности кулинарных изделий с бланшированной печенью трески

О.С. Ковалёва

Мурманский государственный технический университет, Естественно-технологический институт (ФГБОУ «МГТУ»), г. Мурманск
e-mail: kesendra@yandex.ru

Ключевые слова: срок годности, кулинарные изделия, органолептические показатели, микробиологические показатели, зразы, салат, печень трески.

Аннотация. В статье рассмотрена установка сроков годности кулинарных изделий с печенью трески после СВЧ-обработки на основе микробиологических и органолептических показателей. Обогащение кулинарных изделий печенью трески позволит повысить уровень Омега-3 в рационе питания, при сохранение органолептических показателей, а также сбалансировать питание.

Для изготовления кулинарных изделий был остановлен выбор на полуфабрикате печени трески, прошедшем СВЧ-обработку в течение 3 мин (максимальный срок годности полуфабриката – 2 сут в охлаждённом виде). Органолептические показатели печени оценивали по ГОСТ 7631-2008; её микробиологические показатели соответствовали ТР ЕАС 040/2016, ТР ТС 021/2011.

Путем метода письменного анкетирования было выяснено, что наибольшую заинтересованность потребителей среди кулинарных блюд с бланшированной печенью трески вызывают салат и зразы.

По данным автора (Ковалева, 2018; 2019), с выбранным сырьем после тепловой обработки были разработаны и изготовлены следующие кулинарные изделия: салат с печенью трески бланшированной и зразы с печенью трески бланшированной.

Для данных кулинарных изделий был установлен предполагаемый срок годности. Микробиологические показатели и предполагаемые сроки годности представлены в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1. Микробиологические показатели зраз с печенью трески бланшированной при предполагаемом сроке годности.

Предполагаемый срок хранения	Микробиологические показатели			
	Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), КОЕ/г, не более	Бактерии группы кишечных палочек (колиформы) (БГКП), не допускаются в массе продукции (г)	<i>S. aureus</i> , не допускаются в массе продукции (г)	Сальмонеллы, не допускаются в массе продукции (г)
36 ч	$4,9 \cdot 10^2$	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
48 ч	$5 \cdot 10^2$	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
72 ч	$4,5 \cdot 10^3$	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены

		обнаружены	обнаружены	
84 ч	$3 \cdot 10^4$	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Допустимый уровень	$1 \cdot 10^4$	1	1	25

Допустимые уровни микробиологических показателей определялись в соответствии с ТР ТС 021/2011.

Таблица 2. Микробиологические показатели салата с печенью трески бланшированной при предполагаемом сроке годности

Предполагаемый срок хранения	Микробиологические показатели			
	Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), КОЕ/г, не более	Бактерии группы кишечных палочек (колиформы) (БГКП), не допускаются в массе продукции (г)	<i>S. aureus</i> , не допускаются в массе продукции (г)	Сальмонеллы, не допускаются в массе продукции (г)
24 ч	$3 \cdot 10^3$	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
36 ч	$1,5 \cdot 10^4$	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
48 ч	$2 \cdot 10^4$	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
72 ч	$2,6 \cdot 10^4$	не обнаружены	не обнаружены	не обнаружены
Допустимый уровень	$1 \cdot 10^4$	1	1	25

Исходя из результатов микробиологических исследований, по таблице 1 и таблице 2, можно установить следующие сроки годности для кулинарных изделий: зразы с печенью трески бланшированной – 72 ч, салат с печенью трески бланшированной – 24 ч.

По данным автора (2018, 2019) и ряда авторов (Волченко и др., 2019), в конце срока годности данные кулинарные изделия имеют практически такие же органолептические показатели, как и в начале срока годности, а в ряде случаев – даже лучше.

Органолептические показатели были установлены по балльным шкалам, которые были ранее разработаны: для салата – десятибалльная балльная шкала, для зраз – пятибалльная балльная шкала. В таблице 3 представлен результат оценки органолептических показателей.

Таблица 3. Органолептическая оценка кулинарных изделий с бланшированной печенью трески

Показатели качества	Салат в начале срока годности	Салат в конце срока годности	Зразы в начале срока годности	Зразы в конце срока годности
Вкус	8,625	8,7	4,7	4,8

Запах	9	9	4,7	4,7
Консистенция	9,25	9,3	4,5	4,5
Внешний вид, состояние продукта	9,125	9,2	5	5
Уровень качества, %	89,76	90,7	94,12	95

По результатам таблицы 3, можно сделать вывод о том, что при установленном сроке годности кулинарные изделия не теряют своих органолептических показателей.

Таким образом, благодаря микробиологическим и органолептическим показателям были установлены сроки годности кулинарных изделий с бланшированной печенью трески, которые составили: 72 ч для зраз с бланшированной печенью трески и 24 ч для салат с бланшированной печенью трески.

Благодарности. Работа выполнена на кафедре технологий пищевых производств ФГБОУ ВО "МГТУ" (г. Мурманск), при участии коллектива исследователей (Волченко В.И., Гроховский В.А., Куранова Л.К., Деркач С.Р., Глухарев А.Ю., Кучина Ю.А.), при частичной поддержке Российского научного фонда, проект 16-16-00076. Особую благодарность хочу выразить исследователю Волченко В.И.

Список литературы

Ковалева О.С. 2018. Разработка рецептуры салата с бланшированной печенью трески. V научно-практическая конференция молодых ученых с международным участием «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса». М.: Изд-во ВНИРО, 132-136.

Ковалёва О.С. 2019. Разработка рецептуры кулинарного изделия «Зразы с печенью трески бланшированной». IV национальная научно-практическая конференция «Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации». Саратов: Амрит, 129-133.

Волченко В.И., Дворянкина К.В., Ковалева О.С., Плавунов Р.И. 2019. Разработка технологии кулинарной продукции на основе использования нетрадиционного рыбного жирового сырья. Вестник МГТУ 22(3), 356-362.

Зоопланктон как кормовая база рыб Ириклинского водохранилища

В.А. Колозин

Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СаратовНИРО»), г. Саратов
e-mail: zaolog@mail.ru

Ключевые слова: зоопланктон, Ириклинское водохранилище, кормовая база.

Аннотация: приводится краткий обзор развития зоопланктона как кормовой базы Ириклинского водохранилища в 2018 году.

Глубоководное Ириклинское водохранилище, расположенное в районе Уральского горного сооружения, создано в 1955 году, вследствие перекрытия Ириклинского ущелья плотиной ГЭС (Балобанова, 1971; Чибилев и др, 2006). Проектный уровень наполнения в 245 м был достигнут лишь в 1966 году (Исаев, Карпова, 1980). Площадь водосбора в створе гидроузла составляет 36900 км², средний годовой сток - 2210 млн.м³ (Исаев, Карпова, 1980). Площадь водного зеркала – 260 км², полный объем – 3,26 км³ (Географический атлас..., 1999). Протяженность с севера на юг составляет 73 км. Водоохранилище характеризуется замедленным водообменом, который происходит один раз в два года, как в озерах слабой проточности (Килякова, Лысенко, 2007). В настоящее время Ириклинское водохранилище является самым крупным искусственным водоемом на р.Урал и Южном Зауралье (Соловых и др, 2003).

Согласно постановлению правительства Оренбургской области (2013), рыбохозяйственный фонд Оренбургской области включает более 617 рек общей протяженностью около 18 тыс. километров, 252 озера общей площадью 22 тыс. гектаров, 13 крупных водохранилищ, общая площадь которых превышает 35 тыс. гектаров, более 1300 прудов, которые могут быть использованы как для рыболовства, так и для осуществления товарного и/или сельскохозяйственного рыбоводства. Из общего количества водоемов под цели рыболовства оформлены в пользование не более 10 водных объектов, под цели рыбоводства задействованы около 270 прудов. Наиболее крупный и максимально используемый рыбохозяйственный водоем – Ириклинское водохранилище. Остальные водные объекты области используются для промысла крайне незначительно.

Согласно материалам, обосновывающим общий допустимый улов (ОДУ) в Ириклинском водохранилище (2020) совокупный вылов всех видов рыб в 2018 году составил 19,9 т или 91,5% от общего вылова региона. Основу рыбного запаса водохранилища составляют рыбы группы мелкого частика (окунь, плотва, карась). В 2018 году их доля составила около 90% от суммарного рекомендуемого объема вылова водных биоресурсов.

Практически все виды рыб на ранних личиночных стадиях, вне зависимости от характера питания взрослой особи, используют зоопланктон как основной корм, а уровень его развития влияет на выживаемость, рост молоди, усвоение ею кормов (Богатова, 1980; Шпет, 1968).

Гидрологическая ситуация на Ириклинском водохранилище в 2018 году характеризовалась минимальными показателями уровня воды за последние три года. Наиболее высокие концентрации органического вещества, соединений азота, фосфора, кремния и железа отмечены в верхней части водохранилища (Чапаевский и Софинский плесы) (Материалы, обосновывающие общий ..., 2019). По данным Е.А. Шашуловской с соавторами (Шашуловская и др, 2019) Ириклинское водохранилище характеризуется довольно низкими величинами аллохтонной органики и более высоким содержанием общего органического вещества, чем в Саратовском и в Волгоградском водохранилищах. По данным тех же авторов доминирующей формой чаще всего выступают соединения N_{мин}. При этом

нет четкой сезонной динамики нитратного азота. Среднегодовое значение концентрации кремния $2,35 \text{ мг/дм}^3$ более низкая, нежели в волжских водохранилищах.

Прогревание мелководных участков (Уртазымский, Чапаевский, Солёный), начинается сравнительно рано и значительно опережает прогрев глубоководных районов (Софинский, Таналык-Суундукский, Таналыкский, Суундукский, Приплотинный). Так во второй декаде мая 2018 года температура на мелководьях была выше 13°C , тогда как на остальных участках она ее не превышала. Наименьшими температурами в этот период характеризовались Таналыкский и Суундукский заливы, а также Приплотинный плес. В третьей декаде июля температура поверхностного слоя воды практически на всех участках была более или менее выровнена и составляла в среднем на водоеме $23,97 \pm 0,43^\circ\text{C}$. Наибольшие значения в этот период были зафиксированы в Чапаевском плесе – $28,1^\circ\text{C}$., наименьшие в Суундукском заливе $21,9^\circ\text{C}$. В октябре ситуация меняется на противоположную. Приплотинный плес характеризовался максимальными температурами – 13°C , а Уртазымский плес минимальными – 4°C . Температура воды в среднем для водохранилища в этот период была $9,8^\circ\text{C}$. Развитие фитопланктона в мае 2018 года по данным Е.А. Джаяни (Джаяни, 2019) характеризовалось максимальными биомассами и числом видов в Чапаевском и Приплотинном плесах, нежели в предыдущие годы.

Согласно собственным наблюдениям, качественный состав сетного зоопланктона за 2018 год состоял из 68 таксономических единиц: Cladocera – 24, Copepoda – 21, Rotifera – 23. Наиболее массовыми и обычными видами на Ириклинском водохранилище в 2018 году были *Daphnia galeata* Sars, 1864, *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857), *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863), *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg, 1888), а также коловратки рода *Asplanchna*. При сравнении доминирующих видов планктона Суундукского залива с остальными участками следует отметить полное отсутствие крупных хищных кладоцер – лептодоры и битотрефа, которые в планктоне других участков играют довольно большую роль. Особенно в центральном (Таналык-Суундукском) плесе, для которого эти виды по биомассе составляли в летний период 32,8% .

Уровень развития зоопланктона в 2018 году был достаточно высоким. В мае численность зоопланктона в зависимости от станции наблюдения колебалась от 0,77 до 153,23 тыс. экз./м³, в июле от 0,83 до 145,24 тыс. экз./м³, а в октябре 0,21-57,85 тыс. экз./м³. Биомасса в мае составляла от 0,002 до 1,041 г/м³, в июле 0,09-2,054 г/м³, а в октябре 0,02-1,078 г/м³.

Наименьшие показатели обилия в мае отмечены в Уртазымском плесе, а максимальные в Таналык-Суундукском. Основная часть зоопланктона практически на всех участках по численности, а также по биомассе в этот период была представлена копеподами. В основном науплиальными и копеподитными стадиями. Среди ветвистоусых были единично найдены *Alona rectangula* Sars, 1862 и *Bosmina longirostris* (O.F. Muller, 1785). Наибольшее богатство зоопланктона в это время отмечено в Таналык-Суундукском и Приплотинном плесах, где в больших количествах были встречены младшие и старшие копеподиты *E. graciloides*, *Cyclops scutifer* Sars, 1863, *C. vicinus* Uljanin, 1875. Среди кладоцер были встречены только ювенильные стадии *D. galeata*, но значительной доли в зоопланктоне, как и коловратки, они не играли.

В июле на всех участках возрастает видовое разнообразие ветвистоусых ракообразных, но главенствующее положение в сообществе остается за копеподами. Исключение составил центральный плес, в нем доминантами по биомассе выступали крупные ветвистоусые ракообразные (48,45% всей биомассы) – *Bythotrephes* sp., *Leptodora kindtii* (Foscke, 1844) и *D. galeata*. Значительная доля лептодоры по биомассе была также зафиксирована в Уртазымском плесе – 19,52% и в Софинском плесе – 16,67%.

В первой декаде октября основную долю по численности и биомассе на всей акватории водохранилища, также, как и предыдущие сезоны года, обеспечивали веслоногие ракообразные. Составляю основу рациона личиночных стадий практически всех видов рыб, а также рыб планктофагов, они создают благоприятные условия нагула рыб.

Таким образом, при незначительных локальных различиях в развитии зоопланктона, на большей части акватории Ириклинского водохранилища складываются благоприятные условия для нагула рыб.

Список литературы

- Балабанова З.М. 1971. Гидрохимическая характеристика Ириклинского водохранилища. Труды уральского отделения 8, 27-46.
- Богатова И.Б. 1980. Рыбоводная гидробиология. М.: Пищевая промышленность. 168 с.
- Географический атлас Оренбургской области. 1999. М.: Издательство ДИК, 96 с.
- Джаяни Е.А. 2019. Межгодовые изменения фитопланктона русловых плесов Ириклинского водохранилища в разные сезоны. XII Съезд Гидробиологического общества при РАН: тезисы докладов, г. Петрозаводск, 16 сентября – 20 сентября 2019 г. / отв. ред. Н. В. Ильмаст – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 139-140.
- Исаев А.И., Карпова Е.И. 1980. Рыбное хозяйство водохранилищ. М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 304 с.
- Киякова Ю.В., Лысенко А.А. 2007. Экологическое состояние Ириклинского водохранилища. Оценка вылова рыбы. Научный журнал КубГАУ. 33(9), 1-11.
- Материалы, обосновывающие общий допустимый улов (ОДУ) водных биологических ресурсов в Ириклинском водохранилище и малых водоемах Оренбургской области на 2020 год (с оценкой воздействия на окружающую среду) Режим доступа: http://vniro.ru/files/odu_filial/odu_saratov_2020_irik.pdf
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция 1984. Л.: ГосНИОРХ, 34 с.
- Постановление правительства оренбургской области от 30 августа 2013 года N 732-пп. Об утверждении государственной программы "Воспроизводство и использование природных ресурсов Оренбургской области" на 2014 - 2020 годы. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/460182916>
- Соловых Г.Н., Раимова Е.К., Осадчая Н.Д., Фабарисова Л.Г., Никитина Л.П. 2003. Гидробиологическая характеристика Ириклинского водохранилища. Екатеринбург, 179 с.
- Чибилев А.А., Павлейчик В.М., Дамрин А.Г. 2006. Ириклинское водохранилище: геоэкология и природно-ресурсный потенциал. Екатеринбург: УрО РАН. 183 с.
- Шашуловская Е.А., Мосияш С.А., Филимонова И.Г., Гришина Л.В., Кузина Е.Г., Шашуловская О.В. 2019. Особенности многолетней динамики гидрохимических показателей водохранилищ Нижней Волги и реки Урал (на примере Саратовского, Волгоградского и Ириклинского водохранилищ). Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. Научно-практический журнал 3, 72-93.
- Шпет Г.И. 1968. Биологическая продуктивность рыб и других животных. Киев. Урожай, 92 с.

Кормовая база, биологическая характеристика и питание рыб р. Кострома (юго-западный Сахалин) в мае, августе и ноябре 2017 года

Е.С. Корнеев, В.С. Лабай, А.В. Метленков, О.Б. Шарлай, О.Н. Березова

Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»), г. Южно-Сахалинск
e-mail: Egorich96052@mail.ru

Ключевые слова: река Кострома, гидрология, ихтиология, бентос, дрейфт, питание рыб, продукция, сезонная изменчивость.

Аннотация: Объектом исследования является типичный «лососёвый» водоток юго-западного Сахалина – р. Кострома. В процессе работы произведено описание основных принципов функционирования водных экосистем на различных участках р. Кострома на основе сезонной комплексной гидробиологической съемки 2017 г.

В результате исследования впервые для рек юго-западного Сахалина описан состав, видовая структура и сезонная изменчивость бентосных сообществ и дрейфта на различных участках р. Кострома. Рассмотрены биологические характеристики и спектр питания массовых видов рыб р. Кострома на различных участках водотока. Изучены основные принципы функционирования водных экосистем на различных участках р. Кострома по сезонам. Описана сезонная динамика гидрологических показателей р. Кострома.

Результаты. Полевые работы проводились в мае-июне, августе и ноябре 2017 г. в основном русле р. Кострома (рис. 1). За время работ проведены измерения гидрологических параметров на всех станциях отбора проб. Собрано и обработано 160 проб бентоса, 78 проб дрейфта, 44 пробы ихтиофауны и 203 пробы желудков.

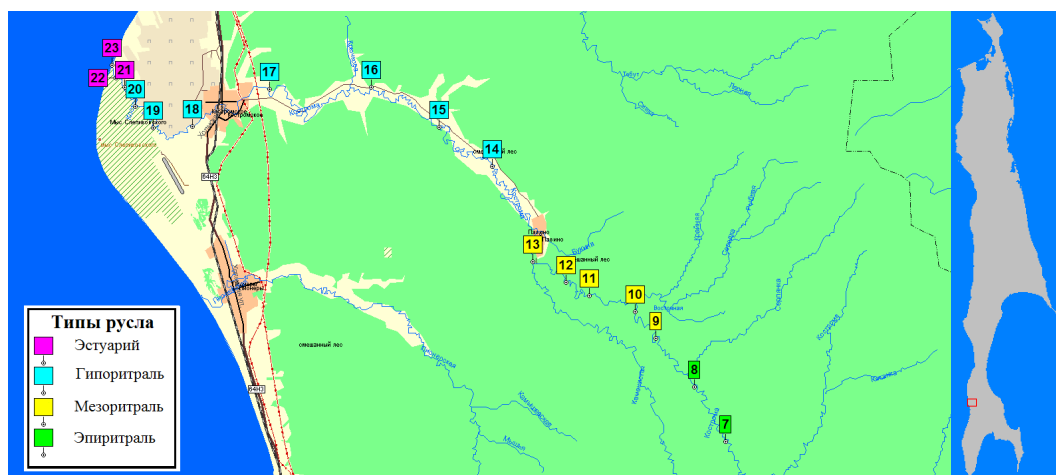


Рис. 1. Схема станций на р. Кострома в 2017 г.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что на температурный режим вод р. Кострома в теплый период года грунтовые воды оказывали охлаждающее влияние, а в холодный период – тепляющее. Вследствие уменьшения доли грунтовых вод в формировании стока весной и летом температура воды возрастала по направлению от верховья к устью на 4-5 °С. В осенний период наблюдали обратную картину – некоторое снижение температуры по направлению от верхнего течения к устью на 1,2 °С.

Концентрация кислорода в воде р. Кострома повсеместно была выше норматива качества вод для водных объектов рыбохозяйственного значения, наименьшее содержание наблюдали в летний меженьный период ($9,43 \pm 0,19$ мг/дм³). В многоводный период весной и

осенью содержание находилось на уровне $9,66 \pm 0,05$ и $11,20 \pm 0,10$ мг/дм³, соответственно, что достаточно для обеспечения нормального функционирования биоценоза.

Водородный показатель (рН) воды во все периоды и на всем исследуемом участке отвечал нормативным требованиям. Значения рН характеризуются в основном слабощелочной реакцией (в среднем 7,46–7,60 ед.).

На участке верхней ритрали было зафиксировано 42 вида и формы макрозообентоса из шести систематических групп, среди которых основу видового состава формировали представители амфибиотической фауны. Плотность поселений и биомасса донных гидробионтов составили: 503 экз/м², 1,879 г/м². Максимальный вклад в общую биомассу вносили личинки веснянок *Pteronarcys sachalina*.

На участке средней ритрали в мае видовой список составил 88 таксонов из 10 систематических групп, преимущественно водных насекомых – 84. Общая численность и биомасса составили: 643 экз/м², 3,631 г/м². В августе обнаружено 65 таксонов донных беспозвоночных из 7 систематических групп. Численность и биомасса достигали 666 экз/м² и 2,681 г/м². В осенний период было зарегистрировано наименьшее количество видов и форм донных гидробионтов (61 таксон из 10 систематических групп). Численность и биомасса в ноябре составили: 434 экз/м² и 6,887 г/м², соответственно. Основу видового состава на всем протяжении исследований формировали преимущественно ручейники и двукрылые.

Основу биомассы на участке нижней ритрали с мая по ноябрь составлял двустворчатый моллюск *Kuriliana kurilensis*. В весенний период макрозообентос был представлен 73 видами и формами, плотность поселений и биомасса составляли 528 экз/м² и 63,146 г/м² соответственно. В августе таксономическое разнообразие макрозообентоса было ниже предыдущего весеннего периода (40 таксонов). Плотность зообентоса составила 427 экз/м², биомассы – 123,9 г/м². В ноябре наблюдали максимальные значения биомассы макрозообентоса 169,5 г/м². Величина плотности мало изменилась в сравнении с предыдущим периодом, а величина биомассы увеличилась: 543 экз/м². В ноябре в составе донной фауны обнаружен 51 таксон из 10 систематических групп.

На эстуарном участке в мае в составе макрозообентоса обнаружено 19 видов донных гидробионтов из 5 систематических групп. Плотность донных гидробионтов составила 758 экз/м², биомасса – 1,795 г/м². В августе было зарегистрировано всего 8 таксонов беспозвоночных. Плотность поселений и биомасса составили 128 экз/м² и 0,129 г/м², соответственно. В ноябре было зафиксировано наименьшее количество видов (6). Показатели численности и биомассы также характеризовались минимальными значениями: 48 экз/м², 0,608 г/м².

В мае, в конце весеннего половодья, в средней ритрали р. Кострома установлены минимальные значения численности и биомассы дрейфующих донных беспозвоночных. В августе, во время массового размножения и максимального роста гидробионтов, наблюдается повышенный снос донных беспозвоночных. Наименьшее видовое разнообразие и численность организмов бентостока зарегистрированы в августе, а наибольшая биомасса – в ноябре. При этом происходит перестройка структуры суточного дрейфа. Если в мае в структуре бентостока наибольшую роль играли личинки поденок и веснянок, то в августе возрастает роль двукрылых и ручейников, которые становятся ключевыми группами в ноябре. В ноябре также отмечается переход от летнего типа дрейфа (преобладание активного сноса в ночной период времени) к зимнему (активный снос донных гидробионтов в дневной период времени).

В мае наиболее значимы были личинки поденок *Rhithrogena* gr. *lepnevae*, *Leptophlebia chocolata*, *Ephemerella aurivilli*, *Ephemerella triacantha*, личинки веснянок *Amphinemura borealis* и *Suwallia* indet. В августе ключевыми видами в структуре бентоса были личинки ручейников *Hydatophylax* indet. и поденок *E. triacantha* и *Baetis* indet. В ноябре особую роль играли личинки ручейников *Hydatophylax* indet., *Apatania zonella*, личинки хирономид *Orthocladius defensus* и личинки веснянок *Capnia* sp. В нижней ритрали реки наибольшие показатели обилия и видовое разнообразие характеризует август. Весной и летом основу бентостока формировали бокоплавы *Eogammarus kygi*, осенью – личинки ручейников

Hydatophylax indet., личинки хирономид *Orthocladius defensus* и личинки веснянок *Capnia* sp. В ноябре также отмечается переход от летнего типа дрифта к зимнему.

В августе основу пищевого спектра молоди симы верхней ритрала формировали амфибиотические насекомые, доля которых составила 79,1% от общей биомассы содержимого желудков. Среди них преобладали двукрылые.

В мае основу рациона молоди симы средней ритрала формировали рыбы – покотники тихоокеанских лососей, на долю которых приходилось 60,2% биомассы содержимого желудков. Амфибиотические насекомые, совокупно, формировали 28,5% биомассы, среди них наиболее значимы были личинки поденок. Вневодные беспозвоночные формировали 7,9% от общей биомассы содержимого желудков. В августе наблюдалось изменение пищевого спектра рыб в сторону увеличения роли вневодных беспозвоночных до 71,8%. Значимым компонентом пищи оставались амфибиотические насекомые (28,2%) с наибольшей представленностью личинок поденок. В ноябре, спектр питания молоди симы был схож с таковым для августа. Отмечено преобладание в рационе вневодных беспозвоночных (60,5%). Амфибиотические насекомые, совокупно, формировали 37,9% биомассы. Среди них наиболее значимы были личинки ручейников и веснянок. В мае основу рациона мальмы средней ритрала формировали рыбы – покотники тихоокеанских лососей, на долю которых приходилось 87,4% биомассы содержимого желудков. Амфибиотические насекомые, совокупно, формировали 12,6% биомассы. Среди них наиболее значимы были личинки поденок. В ноябре наблюдалось изменение пищевого спектра рыб в сторону увеличения роли амфибиотических насекомых, доля которых составила 100% общей биомассы содержимого желудков с преобладанием личинок ручейников. В ноябре в пищевом спектре кунджи отмечено преобладание доли организмов зообентоса. Лидирующее положение заняли ручейники (33,1%), пескоройки миног (25,6%) и двукрылые (25,2%).

В мае основу рациона молоди симы нижней ритрала формировали разноногие раки (36,6% общей биомассы), рыбы – покотники тихоокеанских лососей, икра зубастой корюшки (совокупно, 34,1%) и вневодные беспозвоночные (10,8%). Амфибиотические насекомые, совокупно, формировали 11,1% биомассы. Среди них наиболее значимы были личинки ручейников и поденок. В августе сохранялось преобладание в рационе молоди симы разноногих раков (29,0% общей биомассы) и вневодных беспозвоночных (20,3%). Амфибиотические насекомые, совокупно, формировали 46,5% биомассы. Среди них наиболее значимы были личинки поденок (24,9%). Крупночешуйная красноперка нижней ритрала питалась слабо, преимущественно фитоперифитомом.

Питание обыкновенной малоротой корюшки эстуария было довольно унифицировано: основу рациона формировали личинки комаров-звонцов (почти 100% общей биомассы).

Экосистемы ритрала (эпиритраль, мезоритраль и гипоритраль) характеризуются отрицательным балансом энергии, и их существование определяется поступлением готового органического вещества извне. Развитие трофической цепи эпиритрала летом проходит преимущественно по пастбищному пути и по пути потребления растительного детрита. В мезоритрале поток энергии в течение всего года преимущественно проходит по пути потребления осаждаемого органического вещества и растительного детрита (рис. 2). В гипоритрале основную роль начинает играть путь перехода энергии от планктона к донным фильтраторам (рис. 3). В эстуарной части русла, главным становится потребление осаждаемого органического вещества (рис. 4).

Ритраль в отдельные месяцы характеризуется недостатком продукции водной биоты и существует не только за счет приноса органического вещества извне, но и за счет постоянного пополнения извне консументами I порядка (из безрыбных притоков), что обуславливает преобладание консументов II порядка. В эстуарной зоне отмечается упрощение трофических сетей, преобладающим является путь перехода энергии через осаждаемое органическое вещество к бентосу и далее – к рыбам. Роль бентоса ритрала в переходе энергии на высшие трофические уровни (к рыбам) гораздо ниже, чем предполагалось ранее. Определяющее значение в существовании и продуцировании высших

трофических уровней (хищные беспозвоночные и рыбы) играет дрейфт. В эстуарной зоне продукция бентоса полностью перекрывает кормовые потребности рыб.

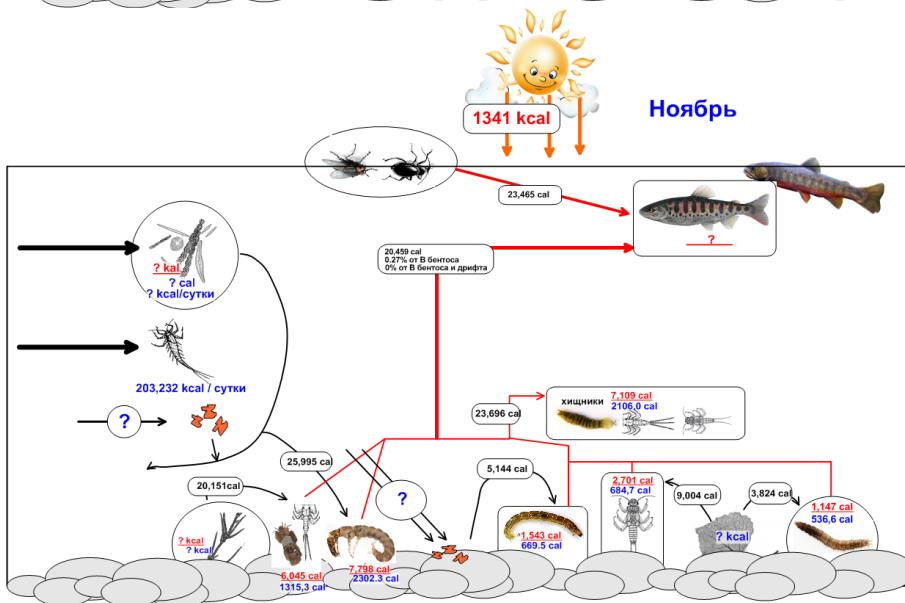
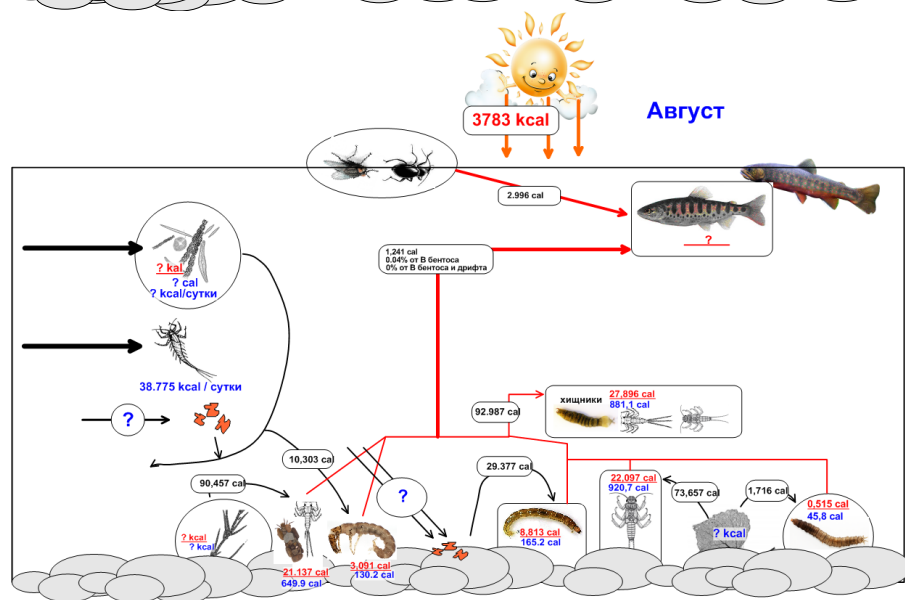
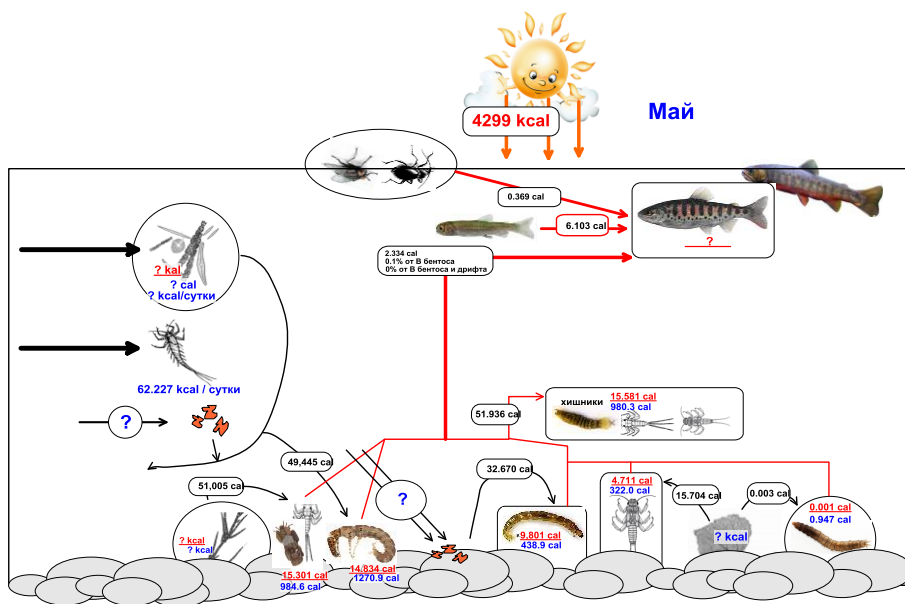
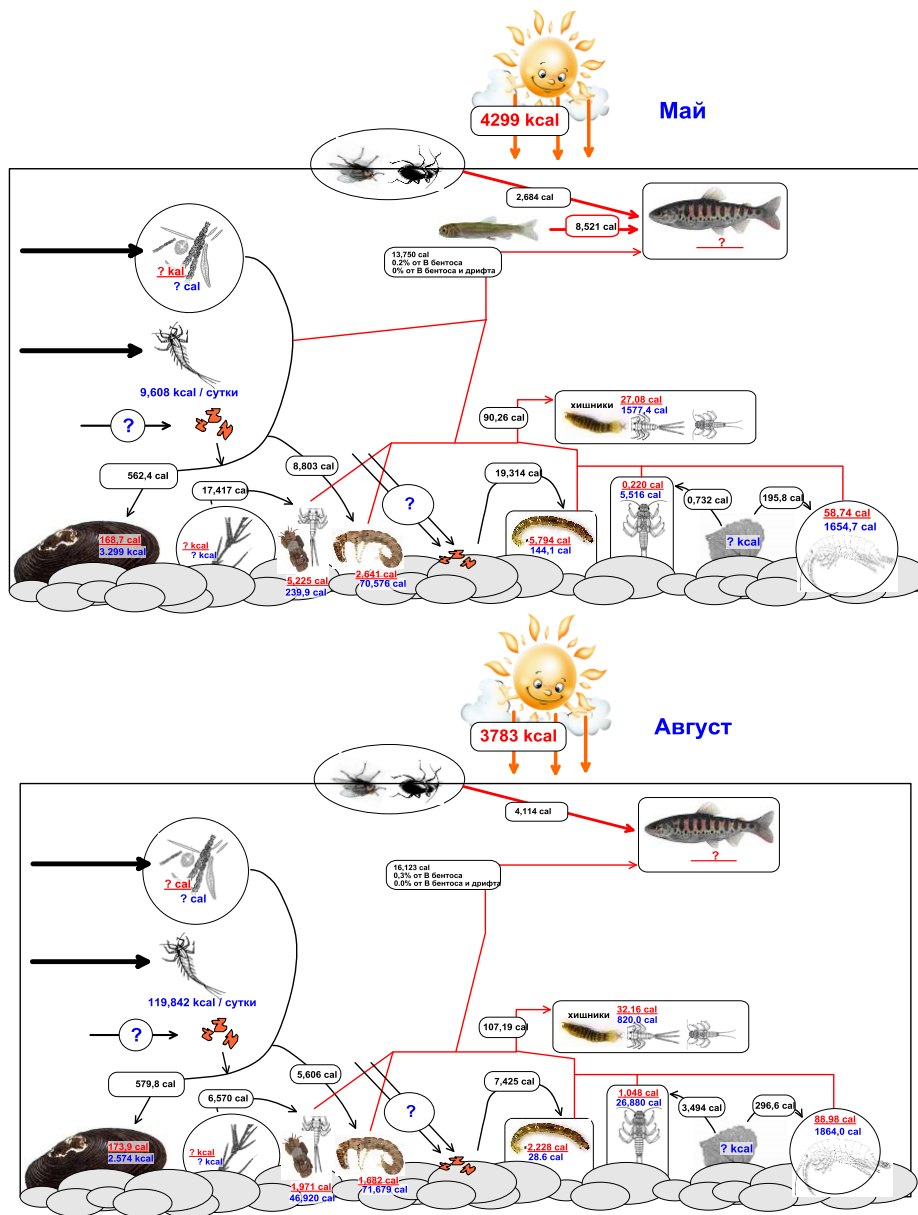


Рис. 2. Трофические взаимодействия водной биоты мезоритрали р. Кострома в мае, августе и ноябре 2017 г.: здесь и далее – в числителе (красным цветом) – суточная продукция, в знаменателе (синим цветом) – калорийность компонента водной биоты, черным цветом выделен рацион



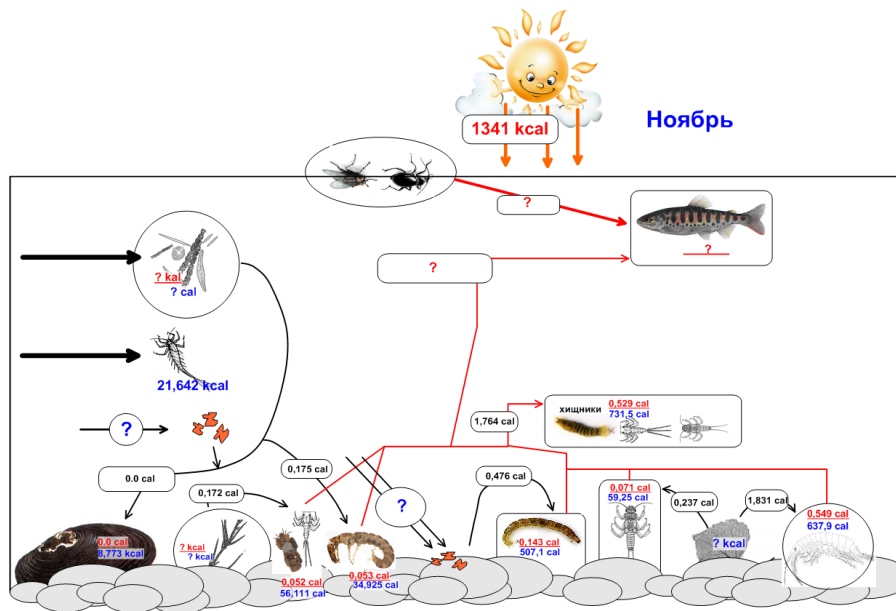


Рис. 3. Трофические взаимодействия водной биоты гипоритрали р. Кострома в мае, августе и ноябре 2017 г.

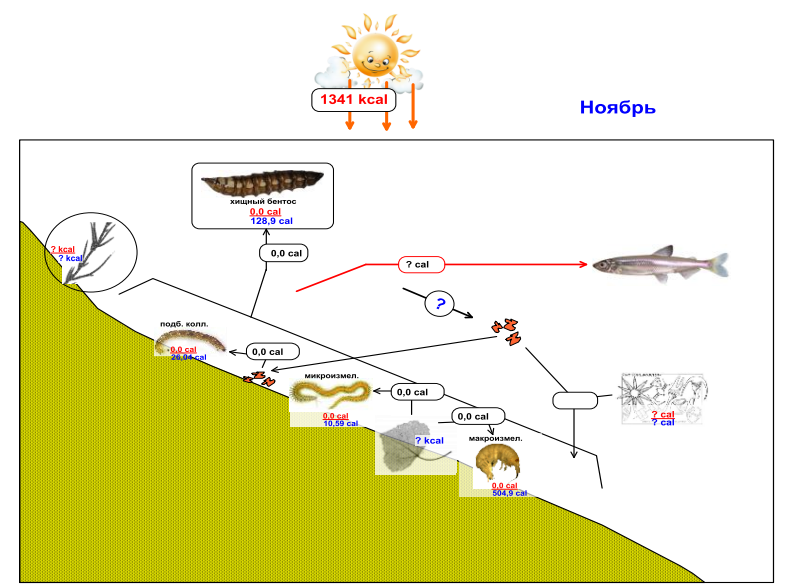
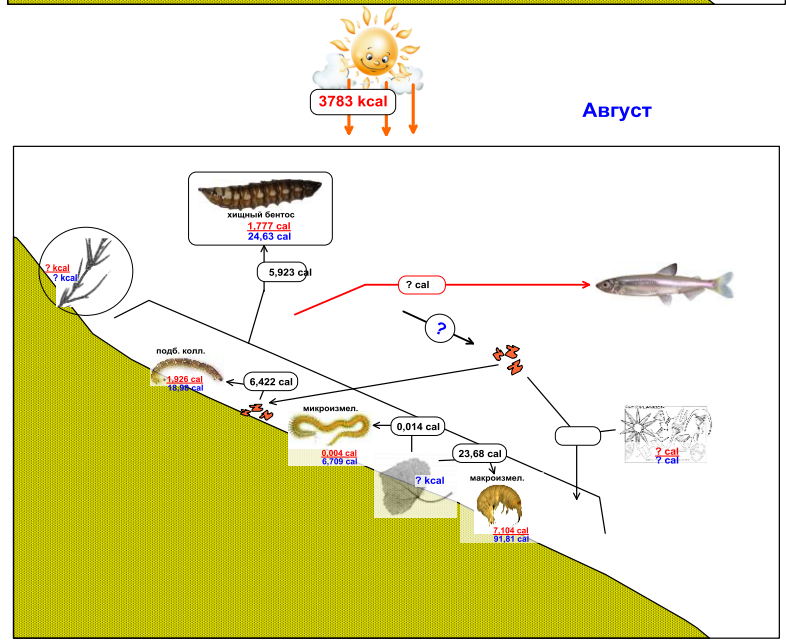
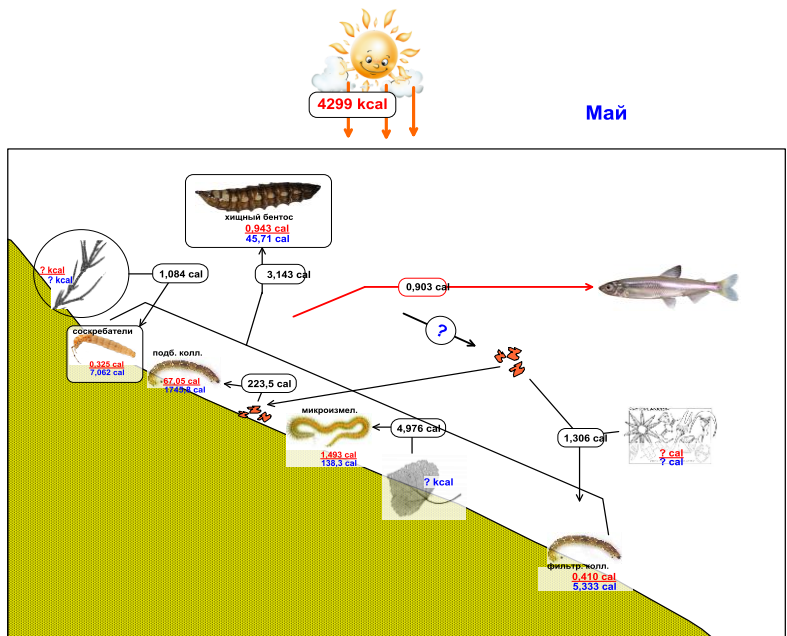


Рис. 4. Трофические взаимодействия водной биоты эстуария р. Кострома в мае, августе и ноябре 2017 г.

Комплексные решения повышения эффективности предприятий малого бизнеса за счет внедрения безотходных технологий

Л.Х. Котельникова¹, А.В. Подкорытова¹, А.А. Аветисян², И.А. Шашкина²

¹ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

²ООО НПК «Вита-Ли», Московская область, д. Ивашево

e-mail: vafinavniro@yandex.ru

Ключевые слова: продукция из бурых водорослей, безотходная технология.

Аннотация: в статье представлены пути повышения эффективности работы малых предприятий путём внедрения безотходных технологий. Также представлен новый подход по комплексному использованию бурых водорослей с получением пищевой продукции, напитков, поливочных вод и биологически активных добавок и веществ.

Внедрение комплексных или безотходных технологий переработки основного сырья на предприятиях малого бизнеса является основной составляющей их эффективного функционирования. При этом, чем эффективнее работают предприятия в данном направлении, тем меньше становятся его финансовые издержки. Малые и средние по объёмам производства предприятия, на которые распространяется основная нагрузка по развитию глубокой переработки, должны опираться на научно обоснованные и апробированные проекты, использование которых минимизирует ущерб экологии, наносимый хозяйственной деятельностью человека и степень коммерческого риска. Аналогичную идею высказала в своей работе Е.В. Соломенова (Соломенова, 2009). В связи с этим в настоящее время актуальны разработки и внедрение комплексных технологий переработки основного сырья. Это в особенной степени касается предприятий, занимающихся переработкой морских водорослей, особенно бурых (Phaeophyceae). Бурые водоросли представляет сырьевую базу чрезвычайно объёмную по биомассе, ценную по содержанию и составу химических веществ, не свойственных наземным растениям. В химическом составе бурых водорослей содержатся полисахариды (альгинаты, фукоиданы, ламинараны), низкомолекулярный углевод (маннит), набор жизненно важных микро- и макроэлементов, витамины, пигменты, пищевые волокна, белки и липиды. Они являются источниками витаминов А, В, С, D и Е; рибофлавина; ниацина; пантотеновой и фолиевой кислот. Многие химические компоненты бурых водорослей необходимы для получения в промышленных масштабах продуктов, таких как альгинаты - гидроколлоиды широко применяемые в пищевой отрасли в качестве пищевых добавок и в других направлениях, а также фукоидана, маннита и биологически активных добавок (БАД) к пище. Ламинарии широко используются при приготовлении пищевых продуктов ежедневного питания (салаты, кулинарная продукция, разнообразные консервы), а также специализированные пищевые продукты (СПП). Все продукты, получаемые из бурых водорослей, крайне необходимы для развития и полноценного функционирования различных отраслей России, особенно для пищевой, медицинской, биотехнологической, микробиологической, текстильной и других. В последние годы в России получила широкое распространение технология пищевых биогелей из ламинарии – диетических лечебных и профилактических продуктов выпускаемых как СПП. Технология производства биогелей из бурых водорослей была разработана ещё в начале 90-х (Патент № 2041656), а затем был разработан и запатентован «Способ переработки морских водорослей и функциональные продукты (варианты)» с производством не только биогелей, но и йод- и фукоидансодержащих экстрактов, напитков, десертов, паштетов, соусов – т.е. широкого ассортимента функциональных пищевых продуктов (Патент №2385654, Подкорытова А.В., Вафина Л.Х., 2009). Это были научные

разработки, но для достижения высокого социального эффекта необходимо было сотрудничество между наукой и бизнесом, т.е. должно быть предприятие готовое внедрить разработанные технологии и в промышленных масштабах производить СПП. Предприятие, как правило, привязывают к месту с хорошо развитой инфраструктурой, обеспеченному транспортной развязкой, электроэнергией и водой, а также кадрами, без которых невозможна организация высокотехнологичного производства. Для осуществления проекта взаимодействия науки и бизнеса был заключён договор между ФГБНУ «ВНИРО» и ООО НПК «Вита-Ли». Специалистами ФГБНУ «ВНИРО» был подготовлен пакет документов, содержащий ТУ и ТИ на производство продуктов диетического лечебного профилактического питания, исходные требования (ИТ) к проектированию предприятия, содержащие спецификацию оборудования, проект расстановки производственного оборудования и многие другие документы необходимые для строительства предприятия, соответствующего требованиям Российских ГОСТов и СНиПов (строительные, санитарные, противопожарные нормы, а также международным требованиям GMP - "Надлежащая производственная практика" – "Good Manufacturing Practice».

ООО НПК «Вита-Ли» взяла на себя обязательство построить завод по производству лечебно-профилактических водорослевых биогелей в соответствии с разработанной документацией. К 2014 г. завод был построен в Дмитровском районе Московской области и запущен в действие с 7 июля 2014 г. (рис.) Сотрудничество между ФГБНУ «ВНИРО» и ООО НПК «Вита-Ли» было также скреплено лицензионным договором на неисключительное право использования патента № 2041656, зарегистрированным в Федеральной службе по интеллектуальной собственности.



Рис. Общий вид завода и цеха по производству биогеля из ламинарии "Витальгар®" и его полифункциональных модификаций ООО НПК «Вита Ли»

Решение о выборе места размещения предприятия всегда является очень важным, влияющим на эффективность его работы. Как правило, в 20-ом веке стремились разместить подобные предприятия в непосредственной близости от сырьевой базы. Но в мировой практике и в России также это уже не является обязательным в связи с существующей технологией заготовки и первичной обработки водорослей и высушивания в местах их добычи или выращивания. Сушеные водоросли доставляются к месту переработки любым доступным транспортом. Логистика в настоящее время хорошо отработана. На предприятие ООО НПК «Вита-Ли» поставляется сырьё – ламинария двухгодичная естественной популяции, добываемое из естественных зарослей в Японском море, Северное приморье, бухта Опричник. Сушеная высококачественная ламинария доставляется в сушёном виде железнодорожным транспортом. За истекший период было налажено производство специализированных пищевых продуктов восьми модификаций – биогелей из ламинарии. В настоящее время на предприятии ООО НПК «Вита-Ли» выпускаются следующие СПП (табл.).

Все представленные СПП из ламинарии (табл.) являются природными энтеросорбентами, способными связывать и выводить из организма тяжелые металлы и

радионуклиды и другие токсины различной этиологии, могут использоваться при лечении антибиотиками, при радио- и химиотерапии с целью детоксикации организма, а также при заболеваниях ЖКТ, йододефиците.

Таблица. Специализированные пищевые продукты, выпускаемые на предприятии
ООО НПК «Вита-Ли»

Наименование продукции	№ госрегистрации	Основное действующее вещество	Статус	Предназначение
Витальгар	RU.77.99.19.004.E.012270 от 15.12.2014 г.	Альгинат натрия, йод в органически связанной форме	Диетический профилактический	Применяется в комплексной терапии ЖКТ, при йододефиците, регулирует деятельность желудка и кишечника, является природным антацидом, обладает обезболивающим и противоизжоговым действием
Селеномарин	RU.77.99.11.004.E.009230 от 28.09.2015 г.	Альгинат натрия, йод и селен в органически связанной форме	Диетический профилактический	Применяется в комплексной терапии ЖКТ, при йододефиците, в качестве антиоксиданта, иммуномодулятора, регулятора работы гормональной системы
Альгокуприн	RU.77.99.11.004.E.009228 от 28.09.2015 г.	Альгинат натрия, йод и медь в органически связанной форме	Диетический профилактический	Применяется в комплексной терапии ЖКТ, при йододефиците, в качестве антиоксиданта, дополнительного источника меди (для выработки коллагена и эластана), регулятора гормональной системы
Хромомарин	RU.77.99.11.004.E.009229 от 28.09.2015 г.	Альгинат натрия, йод и хром в органически связанной форме	Диетический профилактический	Применяется в качестве регулятора деятельности гормональной системы, при заболеваниях диабетом II типа, дополнительного источника хрома (профилактического средства от атеросклероза), а также при заболеваниях ЖКТ, йододефиците,
Ферромарин	RU.77.99.11.004.E.009227 от 28.09.2015 г.	Альгинат натрия, йод и железо в органически связанной форме	Диетический профилактический	Применяется в качестве источника железа при железодефицитной анемии (источник женского здоровья), а также при заболеваниях ЖКТ, йододефиците и др.
Витальгар минеральный комплекс	RU.77.99.19.004.E.009350 от 01.10.2015 г.	Альгинат натрия, йод, медь, селен, хром и железо в органически связанной форме	Диетический профилактический	Применяется в качестве источника меди, селена, хрома и железа), а также при заболеваниях ЖКТ, йододефиците,
Витальгар Кардио	RU.77.99.32.004.E.000799. 02.18 от 26.02.2018 г.	Альгинат натрия, йод, калий и магний в органически связанной форме	Диетический профилактический	Применяется в качестве источника калия и магния (улучшающих работу сосудов и сердечно-сосудистой системы), а также при заболеваниях ЖКТ, йододефиците,
Витальгар Кардио с боярышником	RU.77.99.32.004.E.000895. 03.18 от 02.03.2018 г.	Альгинат натрия, йод, калий и магний в органически связанной форме,	Диетический профилактический	Применяется в качестве дополнительного источника калия и магния (улучшающих работу сосудов и сердечно-сосудистой

		биокомпоненты боярышника	системы), а также биофлавоноидов боярышника, улучшает деятельность сердечно-сосудистой системы, регулирует ритмы сердца,
--	--	-----------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

При этом технологический процесс не лишён недостатков в связи со значительными потерями биологически активных веществ ламинарии в процессе её предварительной подготовки к процессу получения биогелей. Поэтому специалистами ФГБНУ «ВНИРО» совместно с ООО НПК «Вита-Ли» разработана перспективная программа преобразования действующей технологии в безотходную. В связи с этим разработаны новые подходы и технологии по использованию всего спектра образующихся в процессе получения биогелей полуфабрикатов. Внедрение комплексных решений позволит не только повысить эффективность производства, но и расширить ассортимент выпускаемой продукции из бурых водорослей и область их применения.

Программа комплексных решений переработки бурых водорослей содержит разработку и внедрение новых технологий переработки водных и кислых экстрактов, образующихся на отдельных этапах технологического процесса, также новых продуктов на основе биогеля из ламинарии.

Процесс получения биогелей состоит из следующих этапов: восстановление сушёных водорослей, его деминерализация, термообработки, стерилизации, расфасовывания. Таким образом, в результате образуется водный и кислый экстракты из водорослей, которые содержат биоактивные минеральные и органические компоненты.

В рамках программы предложено несколько вариантов использования получаемых экстрактов. Эти варианты взаимозаменяемы в зависимости от сезона года.

Первый вариант – это решение проблемы использования водных экстрактов для приготовления жидкой подкормки для растений. Востребованность данного продукта носит сезонный характер, поэтому предлагается их выпускать с весны по начало осени, в разгар сельскохозяйственных работ. В зимний период приготавливаются жидкие удобрения с длительным сроком хранения и для применения в теплицах. Для эффективного использования поливочного экстракта к нему разрабатываются полное описание химического состава по органическим, минеральным компонентам и рекомендации по разведению концентрата для определенных видов растений. Жидкие удобрения – это подкормка для сельскохозяйственных растений в период активного роста и созревания.

Второй путь использования водного экстракта - это приготовление напитков с душистыми травами. Предлагается разработка технология приготовления напитков с такими травами, как мята перечная, Melissa лекарственная, соцветия липы, чабрец, душица обыкновенная, соцветия жасмина, листья боярышника, лимонник китайский, соцветия ромашки аптечной. Разработаны рецептуры как "монопитков" (с одним экстрактом трав), так и комплексных напитков с направленным действием: тонизирующий (мята, чабрец, душица, эхинацея); успокаивающий или антистрессовый (соцветия ромашки, мята, Melissa); женское здоровье (календула, крапива, тысячелистник, мята, соцветия ромашки); антипростудный или иммуномодулирующий (соцветия липы, имбирь, эхинацея, мёд). Данный продукт планируется выпускать в удобной бутылке объёмом не более 300 мл для здорового профилактического питания, которые не только эффективно утоляют жажду, имеют приятный вкус и аромат, но и приносят пользу, обогащая организм биологически активными компонентами водорослей.

Кислые экстракты водорослей несколько отличается по химическому составу от водного. Например, экстрагирование фукоидана в кислой среде проходит интенсивнее, в связи с чем, содержание его в кислотном экстракте выше, чем в водном. Поэтому получение фукоидана или фукоидансодержащего комплекса из кислого экстракта более целесообразно. Для этого в технологическом процессе необходимо предусмотреть ультрафильтрацию, что обеспечит получение биологически активного комплекса фукоидана и незначительного

количества свободных аминокислот, маннита, минеральных веществ, йода. Содержание фукоидана в среднем 60% по сухому веществу.

Таким образом, полное использование всех экстрактов (водных и кислых), образующихся в процессе изготовления биогелей, позволяет значительно расширить ассортимент продуктов, получаемых из одного технологического объёма сырья.

Эффективное функционирование предприятия малого бизнеса предполагает не только комплексные подходы в технологии, но и достаточно широкую линейку ассортиментного ряда основного продукта из готового водорослевого биогеля – биологически активных добавок (БАД), таких как кальцийсодержащий капсулированный продукт растворимый в воде биогель. Изготовление биологически активных добавок это процесс сложный, требующий знаний химических процессов, проходящих не только в тканях водорослей при той или иной их обработке, но и с альгинатсодержащими продуктами. Внедрение технологий именно этих продуктов продиктовано потребностями рынка и потребителя.

Перспективны технологии жележных десертов с ягодами и фруктами, которые достаточно технологичны в изготовлении, эффективны при применении. Фруктово-ягодные десерты – это железная масса с ягодами (черная смородина, малина, облепиха, клюква, клубника) или кусочками фруктов. Данные продукты, обладающие биологической активностью не только водорослей, но и ягод и фруктов, полезные свойства которых известны давно. Кроме того, такие продукты будут лишены специфического вкуса и запаха водорослей, что не всегда приятно потребителю.

Кальцийсодержащий капсулированный продукт и растворимый в воде порошок получают путем обезвоживания водорослевого биогеля. Обезвоженные полуфабрикаты сушат любым доступным способом, при этом предпочтительно для сохранения природных свойств биогеля и его потребительской привлекательности, использовать лиофильную сушку, которая позволяет получать сушёные продукты высшего качества. Технологии БАД несомненно сложны и металлоемки, но получаемые продукты способны обогатить организм биологически активными компонентами водорослей и при этом удобны в применении, в хранении и транспортировании.

Таким образом, представленные комплексные решения позволят не только эффективно использовать сырьё, но и повысить экономическую эффективность предприятия. Очевидно, что технологические и экономические решения для повышения эффективности предприятий должны приниматься в комплексе, что особенно актуально для предприятий малого бизнеса.

Список литературы

Вафина Л.Х., Подкорытова А.В. 2009. Новые продукты функционального питания на основе биокомпонентов бурых водорослей. Известия ТИНРО 156, 348-355.

Патент РФ № 2041656. 1995. Способ получения пищевого полуфабриката из ламинариевых водорослей. Подкорытова А.В., Ковалева Е.А., Аминина Н.М. Россия.

Патент РФ № 2385654. 2009. Способ переработки морских водорослей и функциональные продукты (варианты). Подкорытова А.В., Вафина Л.Х., Игнатова Т.А. Россия.

Соломенова Е.В., 2009. Глубокая переработка гидробионтов как фактор обеспечения конкурентного преимущества предприятиям малого бизнеса. Вестник Камчатского государственного технического университета 10, 111-114.

Оценка зарастания водохранилищ Волго-Донского судоходного канала

А.И. Кочеткова, Е.С. Брызгалина, А.В. Кудашина

Волгоградский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (г. Волгоград)
e-mail: aikochetkova@mail.ru

Ключевые слова: зарастание, высшая водная растительность, Волго-Донской судоходный канал, Варваровское водохранилище, Береславское водохранилища, Карповское водохранилище, ГИС-технологии, дистанционное зондирование Земли из космоса.

Аннотация: в работе представлены результаты оценки зарастания водохранилищ Волго-Донского судоходного канала методами дистанционного зондирования Земли из космоса. Данные методы позволяют эффективно идентифицировать гелофитные сообщества макрофитов на мелководьях водохранилищ.

Волго-Донской судоходный канал имени В.И. Ленина (ВДСК) – канал, соединяющий реки Волга и Дон в месте их максимального сближения друг с другом вблизи г. Волгограда и состоит из 13 шлюзов. Варваровское, Береславское и Карповское водохранилища представляют собой систему водоразделительных водохранилищ Волго-Донского судоходного канала и являются водоемами комплексного назначения. На прилегающих к водохранилищам землях располагаются обширные дачные массивы, а близость к областному центру сделали эти водоемы традиционными местами отдыха горожан и весьма привлекательными для рыбаков-любителей. Многолетними комплексными наблюдениями, проводимыми Волгоградским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» (ранее Волгоградским отделением ГосНИОРХ), установлено, что в составе ихтиофауны водохранилищ присутствуют около 40 видов. Зарастаемость прибрежных участков водохранилища высшей водной растительностью (ВВР) привела к сокращению естественных нерестилищ сазана и снижению уловов этого ценного промыслового вида до 2,8–4,5% от общего объема вылова. В связи с этим актуальным является современная оценка зарастания водохранилищ ВДСК.

Для оценки степени зарастания высшей водной растительностью мелководий использовались методы натурных наблюдений, дистанционного зондирования Земли из космоса (ДЗЗ) и ГИС-технологии. Опорными для дистанционных методов исследований акваторий водохранилищ ВДСК были полевые наблюдения, проведенные на Варваровском водохранилище в августе 2013 г. Продукционные данные по ВВР Варваровского водохранилища легли в основу для расчета чистой первичной продукции других водохранилищ ВДСК.

Дистанционные методы исследования зарастания водохранилищ ВДСК включали тематическую обработку и анализ космических снимков Sentinel (01.08.2018 г.) с использованием комбинации каналов «искусственные цвета» с преобладанием красного цвета, которые не позволяют в полной мере распознавать структуру сообществ ВВР, но обеспечивают надежное определение их распространения, в связи с чем могут успешно использоваться для картографирования зарастания и выявления многолетних изменений. Корректность результатов дешифрирования проверялась данными полевого картографирования участков зарастания. Практика показала, что по космическим снимкам наиболее эффективно можно оценить зарастание мелководий гелофитной (жесткой) растительностью. Картографический материал, отражающий особенности зарастания водохранилищ ВДСК представлен рисунке 1.

Оценка степени зарастания основывалась на сопоставлении полученных расчетных величин с классификацией Папченкова (2001), выделявшего 8 классов зарастания водоемов: 1) не заросшие или почти не заросшие с площадью зарастания менее 1 % от площади акватории; 2) очень слабо заросшие – 1–5%; 3) слабо заросшие – 6–10%; 4) умеренно

заросшие – 11–25%; 5) значительно заросшие – 26–40%; 6) сильно заросшие – 41–65%; 7) очень сильно заросшие – 66–95%; 8) сплошь заросшие – 96–100%.

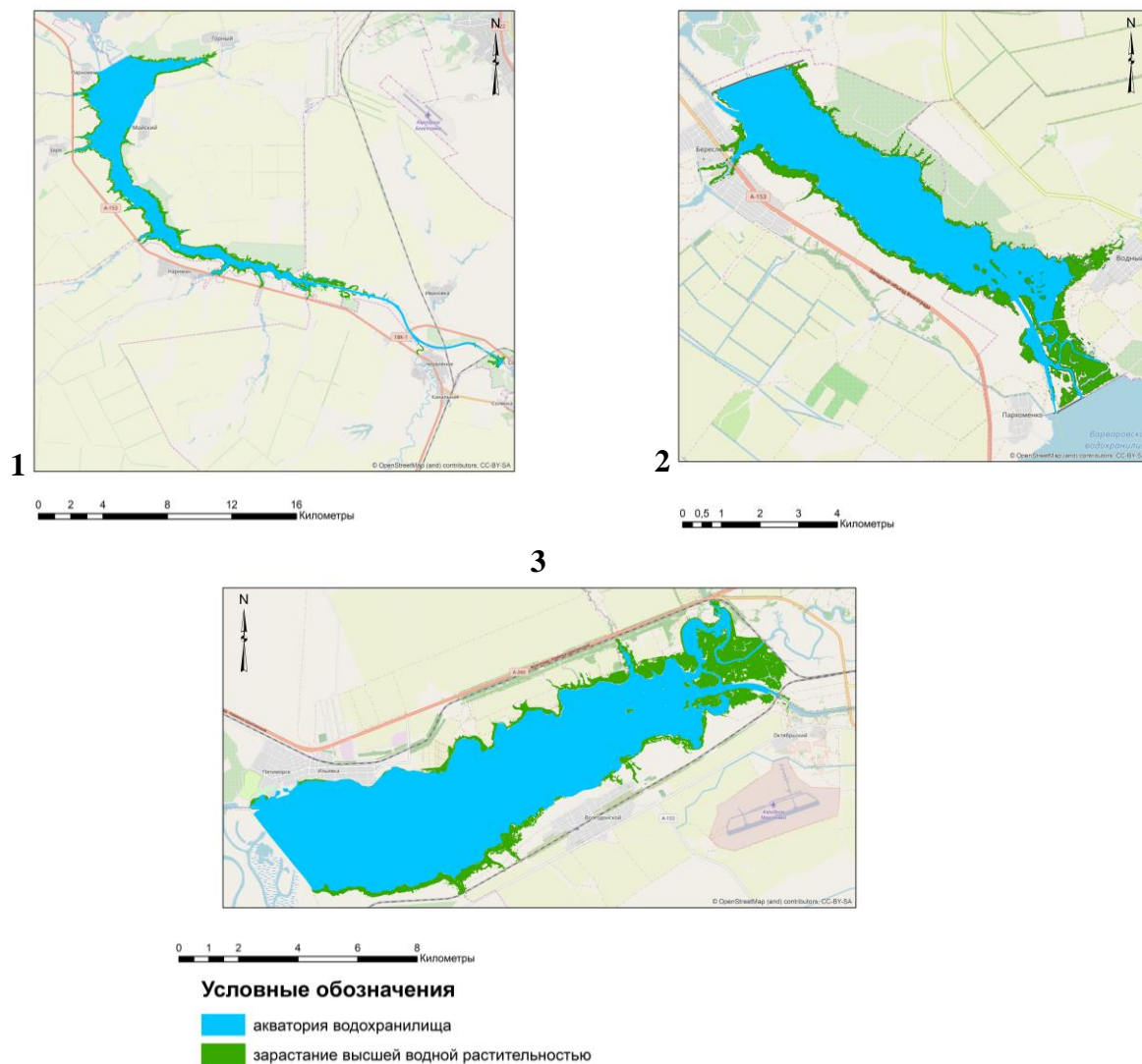


Рис. 1. Особенности зарастания ВВР водохранилищ ВДСК: 1 – Варваровское водохранилище; 2 – Береславское водохранилище; 3 – Карповское водохранилище

Для анализа степени зарастания ВВР за основу были взяты площади акватории водохранилищ, полученные из водного реестра. Сравнительная характеристика площадей водохранилищ ВДСК, полученных из разных источников приведена в таблице 1. Незначительные отличия в площадных характеристиках присутствуют и для расчета мы взяли материалы, указанные в водном реестре.

Таблица 1. Сравнительная характеристика площадей водохранилищ при использовании различных источников информации

Название водохранилища	Площадь водохранилища, га*	Площадь водохранилища, га**	Разница между площадями, га
Варваровское	2670	2337,7	332,34
Береславское	1520	1390,4	129,59
Карповское	4200	3738,4	461,65

* данные из водного реестра

** данные, полученные в ходе обработки космических снимков (Sentinel, 01.08.2018

г.).

По материалам космического мониторинга водохранилища ВДСК можно отнести к умеренно заросшим. Так, Варваровское водохранилище заросло на 14,73 %, Береславское водохранилище на 19,81%, Карповское на 15,23 %. В площадь зарастания в основном вошли сообщества гелофитов, сложенные тростником обыкновенным и рогозом узколистным (рис. 1). Известно, что площадь зарастающих мелководий должна составлять в среднем 10% общей площади водохранилища для обеспечения нормального икрометания и нагула молоди фитофильных видов рыб, нагула взрослых фитофильных и нефитофильных рыб (Сухойван, Ляшенко, 1970; Буторин, Успенский, 1984) и, следовательно, на Варваровском, Береславском и Карповском водохранилищах необходимо провести мелиоративные работы, направленные на расчистку приоритетных в этом отношении участков. Продукционные характеристики ВВР водохранилищ ВДСК, также представлены в таблице 1. Данные по биомассе основных сообществ макрофитов необходимо уточнить в ходе дополнительных полевых исследований.

Таблица 2. Оценка степени зарастания водохранилищ ВДСК по данным материалов космомониторинга и полевых исследований

Площадь зарастания, га (км ²) *	Площадь водохранилища, га (км ²) **	Процент зарастания гелофитами* **	Площадь открытой воды, га (км ²)*	Биомасса гелофитов, т/га (кг/м ²)	Производство гелофитов в, т	Чистая первичная продукция гелофитов, т ****
Варваровское водохранилище						
393,48 (3,934)	2670 (26,7)	14,73 (умеренно заросший водоем)	1944,18 (19,44)	80-100 (8-10)	31478,4	37774,08
Береславское водохранилище						
301,12 (3,011)	1520 (15,2)	19,81 (умеренно заросший водоем)	1089,29 (10,89)	80-100 (8-10)	24089,6	28907,52
Карповское водохранилище						
639,59 (6,395)	4200 (42)	15,23 (умеренно заросший водоем)	3098,76 (30,99)	80-100 (8-10)	51167,2	61400,64

* данные, полученные в ходе обработки космических снимков (Sentinel, 01.08.2018 г.).

** данные из водного реестра

*** по классификации В.Г. Папченкова (2001)

**** при расчете использовалась методика Распопова (1973 г.).

Следует отметить, что результаты, полученные методами ДЗЗ, позволяют точно идентифицировать гелофитную растительность. Полевые гидробиотические съемки Варваровского водохранилища в 2013 г. помогли детально изучить распределение гидрофитов и отнести данный водный объект к сильно заросшим (41-65%), а мелководья с 5-метровой изобатой к очень сильно заросшим (66-95%) и отнести их к 7 классу.

Таким образом, дистанционные методы исследования не в полной степени помогают выявлять сообщества высшей водной растительности и в основном они позволяют идентифицировать гелофиты. В связи с тем, что гелофитные сообщества наиболее пагубно влияют на состояние нерестилищ, технологии ДЗЗ можно эффективно использовать при разработке программы рыбохозяйственной мелиорации ключевых нерестовых угодий.

Список литературы

Буторин Н.В., Успенский С.М. 1984. Значение мелководий в биологической продуктивности водохранилищ. Биологические ресурсы водохранилищ. М.: Наука, 23–41.

Папченков В.Г. 2001. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: ЦМП МУБиНТ, 214 с.

Сухойван П.Г., Ляшенко А.Ф. 1970. Значение мелководий для воспроизводства рыбных запасов в днепровских водохранилищах. В кн.: Тез. докл. к Совещ. по комплексному использованию мелководий водохранилищ в народном хозяйстве. М., 25–27.

Распопов И.М., Белавская А.П. 1973. Основные понятия продукционной биологии и методы определения продукции макрофитов пресноводных озер. Вопросы современной лимнологии. Л.: Наука, 183-194.

Размерно-возрастная структура популяции и элементный состав раковин *Arctica islandica* (*Bivalvia*, *Veneroida*) из акватории губы Чупа Белого моря

С.А. Кремкова¹, А.В. Беснятых¹, В.Г. Евтюгин²

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань

²Междисциплинарный центр «Аналитическая микроскопия»

e-mail: kremkova_98@mail.ru

Ключевые слова: *Arctica islandica*, возраст, размерная структура, элементный состав.

Аннотация: Представители бореального вида двустворчатых моллюсков *Arctica islandica* являются одними из долгоживущих организмов, что позволяет им стать модельными объектами для изучения элементного состава их раковин. Средний возраст беломорской популяции из нашей выборки составил 3-5 лет, с размером раковин от 8 до 30 мм. Элементный анализ показал лидирующие позиции Са, О и С. Содержание Na, S, Cl и Sr варьировало в гораздо меньших количествах.

Одним из рекордсменов по продолжительности жизни среди неколониальных животных считается двустворчатый моллюск Арктическая циприна – *Arctica islandica* (Linnaeus, 1767). Вид населяет бореальные воды по обе стороны северной Атлантики. По данным рядов авторов (Ridgway, 2010; Wanamaker, 2009) встречаются особи, возраст которых достигает 190-400 лет. Однако в условиях Белого моря, возраст циприн составляет не более 50 лет. Определение возраста по внешней структуре раковин, у особей не достигших 10 лет, обычно не вызывает проблем. Позже годовые приросты раковины становятся минимальными, и точная диагностика возраста становится невозможной. Единственным доступным методом определения возраста становится подсчет колец во внутренних слоях раковины. Циприна исландская, как долгоживущий организм, представляется одним из перспективных модельных объектов для изучения элементного состава раковины с целью выявления факторов, влияющих на аккумуляцию тех или иных ее компонентов. Настоящее исследование посвящено установлению возраста и характера роста, а также элементного состава раковины *A. islandica* из популяции губы Чупа Белого моря.

Для получения шлифов с целью определения возраста из 29 левых створок раковин выпиливался радиальный фрагмент шириной около 3 мм. Из полученных фрагментов отделялась зона подмакушечных зубов замка, которая с обеих сторон шлифовалась абразивной бумагой с зернистостью от 400 до 1200. Часть образцов готовилась по методике подготовки материала для электронной микроскопии в смоле “Ероху Resin” с последующей шлифовкой на станке EcoMet 250. Полученные шлифы изучались в проходящем и отраженном свете и методом сканирующей электронной микроскопии. Этими же методами изучались ацетатные реплики полученных шлифов. Элементный состав определялся на блоке энергодисперсионного микроанализа универсального аналитического комплекса сканирующей автоэмиссионной электронной микроскопии Merlin CARL ZEISS.

В исследованной выборке преобладали экземпляры с размером раковин от 8 до 30 мм (рис.1).

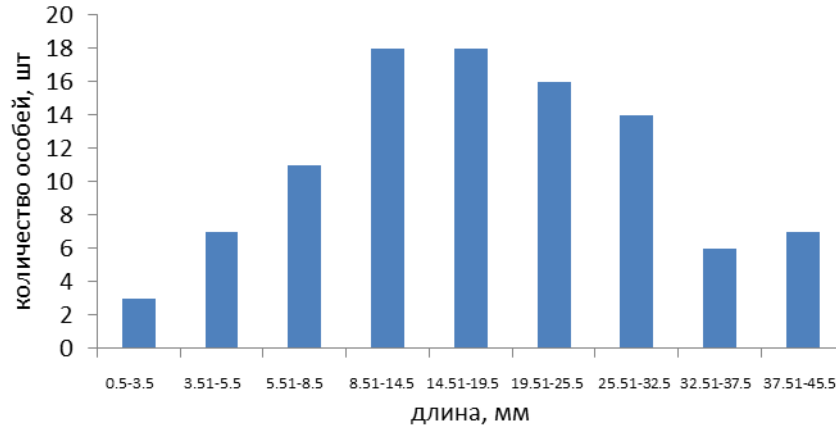


Рис.1. Размерная структура исследованной части популяции *A. islandica*

Преобладание среднеразмерных особей объясняется, вероятно, избирательностью выбранного орудия лова, однако может сигнализировать и о неблагоприятном состоянии популяции. Изменение высоты и толщины раковины характеризуются линейными функциями и с возрастом ее размеры изменяются пропорционально (рис. 2).

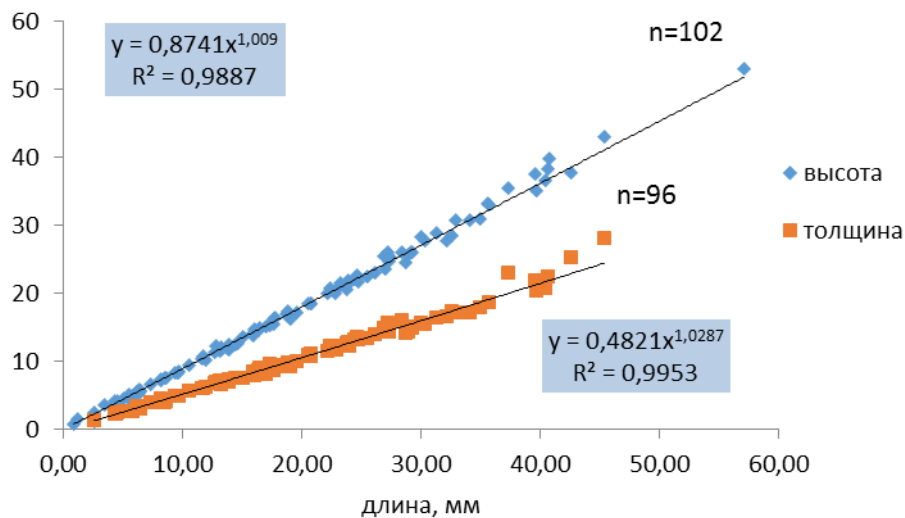


Рис. 2. Зависимость толщины и высоты раковины от длины

Показано, что беломорская популяция *A. islandica*, по сравнению с другими исследованными, отличается наименьшей продолжительностью жизни. Большая часть особей исследованной выборки состояла из моллюсков в возрасте 3-5 лет. При этом максимальный возраст моллюсков составил 18 лет. Корреляция возраста с длиной раковины – 0,48. Анализ элементного состава не продемонстрировал вариабельности содержания обнаруженных элементов в различных участках раковины. Как и ожидалось, лидирующие позиции во всех исследуемых образцах занимали Ca, O и C. А такие элементы, как Na, S, Cl и Sr содержались в гораздо меньших количествах. Средние показатели по содержанию всех элементов статистически значимо не отличались. Однако у двух исследованных особей было отмечено повышение концентрации Cl в более позднем возрасте.

В качестве оптимального метода для изучения шлифов раковин рекомендуется их прямое наблюдение в оптическом микроскопе методом темного поля в отраженном свете (рис. 3).



Рис. 3. Шлиф под микроскопом в режиме темного поля отраженного света

Список литературы

Ridgway I.D., Richardson C.A. 2010. *Arctica islandica*: the longest lived non colonial animal known to science. *Fish Biology and Fisheries* 3, 297–310.

Wanamaker A., Kreutz K., Schone B., Maasch K., Pershing A., Borns H., Introne D., Feindel S. 2009. A late Holocene paleo-productivity record in the western Gulf of Maine, USA, inferred from growth histories of the long-lived ocean quahog (*Arctica islandica*). *International Journal of Earth Sciences* 98(1), 19-29.

Технология *Sous Vide* в сравнении с традиционными способами приготовления замороженных рыбных продуктов

О.Н. Кривонос¹, Н.В. Долганова²

¹Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), г. Керчь

²ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» («АГТУ»), г. Астрахань

e-mail: kryvonos.olga@mail.ru

Ключевые слова: *sous-vide*, Су-вид, термическая обработка, кулинарная продукция, рыба, бычок азовский, кефаль, рыбные продукты.

Аннотация: В целях разработки нового продукта был определён выход готовой рыбной продукции после традиционной тепловой обработки и технологии *Sous Vide*. Показано, что выход готовой продукции по технологии *Sous Vide* на 10-15% больше, в сравнении с традиционными способами варки и обжаривания рыбы.

При всех традиционных способах тепловой обработки происходят потери при приготовлении. Потери до 30% веса при традиционном приготовлении мяса и рыбы считаются приемлемыми, в то время как использование технологии *Sous Vide* позволяет их значительно сократить.

В результате тепловой обработки рыбы, независимо от выбранного способа, наблюдаются изменения: изменения пищевой ценности продукта, изменение массы, размягчение продукта, формирование вкуса и аромата. По мере прогревания кусков рыбы происходит денатурация мышечных белков. Начинается она при довольно низкой температуре (30-35 °С). В интервале 60-65 °С денатурация идет быстро и к 80 °С денатурирует около 90-95% белков. Денатурация белков вызывает их свертывание, гели мышечных волокон (миофибрилл) уплотняются. При этом уменьшается гидратация и выpressовывается значительная часть воды вместе с растворенными в ней веществами (минеральные, экстрактивные, витамины). В результате уменьшается диаметр мышечных волокон, снижаются пищевая ценность продукта и масса полуфабриката. Чем выше температура нагрева, тем интенсивнее уплотнение волокон и больше потери массы и растворимых веществ. Мясо становится жестким и усыхает, и одновременно теряются соки. Приготовление по технологии *Sous Vide* дает возможность получить продукт более сочным, вкусным и с большим выходом. А это, в свою очередь, даёт кулинарные и экономические преимущества. Отличительной особенностью технологии *Sous Vide* является приготовление мяса, рыбы и овощей в безвоздушной среде в пищевом пакете (под вакуумом), при пониженных температурах с использованием водяной бани (Кривонос и др., 2018).

Для проведения экспериментальных исследований первичной обработки рыбного сырья и тепловой обработки рыбных полуфабрикатов использовалась свежая рыба: бычок азовский (лат. *Gobiidae*) и кефаль черноморская (лат. *Mugil cephalus*). Рыба по показателям безопасности соответствовала требованиям (СанПиН 2.3.2.1078-01).

Рыба разделывалась на тушку, кусок и филе. Изменение массы рыбы при разделке фиксировалось взвешиванием на лабораторных весах. После проведения первичной обработки рыбного сырья производилась тепловая обработка полуфабриката традиционным способом (без пакета) и технологией *Sous Vide* (с использованием пакета) при этом, фиксировалось изменение массы рыбы при тепловой обработке взвешиванием. Рыба, приготовленная традиционным способом (после варки, обжаривание) упаковывалась в полимерные пищевые пакеты. Далее полученные образцы направлялись на замораживание в холодильную камеру при температуре минус 18 °С до полной заморозки.

Экспериментальные образцы размораживались в СВЧ печи в режиме «Размораживание», определяли выход готового продукта.

Для проведения эксперимента использовались 3 рецептуры, каждая проводилась двумя способами тепловой обработки (по технологии Sous Vide и традиционным способом).

Условия проведения эксперимента тепловой обработки рыбы приведены в таблице 1.

Таблица 1. Условия проведения эксперимента

Объект	Первичная обработка	Способ тепловой обработки	Характеристика тепловой обработки
Бычок азовский, охлаждённый	разделка на тушку	традиционный	варка после закипания в течение 5-7 мин, при температуре 85-90 °С
		Sous Vide	варка при температуре 65 °С в течение 33 мин
	разделка на филе	традиционный	варка после закипания в течение 5-7 мин, при температуре 85-90 °С
		Sous Vide	варка при температуре 65 °С в течение 22 мин
Кефаль черноморская, охлаждённая	разделка на кусок	традиционный	варка после закипания в течение 5-7 мин, при температуре 85-90 °С
		Sous Vide	варка при температуре 65 °С в течение 33 мин
	разделка на филе	традиционный	варка после закипания в течение 5-7 мин, при температуре 85-90 °С
		Sous Vide	варка при температуре 69 °С в течение 28 мин
	разделка на филе, панировка в сухарях, добавление овощного маринада	традиционный	обжаривание температуре 160 °С
		Sous Vide	обжаривание по 10 с с каждой стороны, доведение до готовности при температуре 68 °С в течение 28 мин в водяной бане

Результаты эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 2. Данные по нормам отходов, потерь, выхода разделанного бычка и кефали, выходу готовой продукции (в % к массе промытой рыбы, поступившей на разделку)

Объект	Вид разделки	Отходы при разделке /потери при разделке, зачистке, мойке	Выход разделанной рыбы	Способ тепловой обработки	Технологическая операция	Выход полуфабриката после технологической операции	Выход готовой продукции, после размораживания (без упаковки)
Бычок	тушка	46,4/2	51,6	традицио	варка	40,3	36,6

азовский				нный			
				Sous Vide	добавление специй	52,3	52,0 из них: рыба - 43,2, бульон - 6,9
	филе	65,6/2	32,4	традиционный	варка	23,4	21,2
				Sous Vide	добавление специй	32,9	31,8 из них: рыба - 30,2, бульон - 1,6
Кефаль черноморская	кусок	30,0/2	68,0	традиционный	варка	55,6	53,5
				Sous Vide	добавление специй	69,3	68,0
	филе	49,4/2	48,6	традиционный	варка	38,2	36,5
				Sous Vide	добавление специй	49,6	47,5 из них: рыба - 46,4, бульон - 1
	филе	49,4/2	48,6	традиционный	добавление специй	49,3	56,2
					панировка	52,2	
					обжаривание	47,6	
					добавление маринада	58,1	
				Sous Vide	добавление специй	49,3	61,8
					панировка	52,7	
					обжаривание	51,6	
					добавление маринада	65,5	

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что технология Sous Vide, в сравнении с традиционными способами обработки (варка, обжаривание), с экономической точки зрения наиболее выгодна. Выход готовой продукции на 10-15% больше, особенно разница заметна при варке рыбы. Так, выход вареной тушки бычка, приготовленной по технологии Sous Vide - 52%, в то время как традиционным способом – 36,6%; выход варенного филе бычка по технологии Sous Vide - 31,8%, традиционным способом – 21,2%. Блюда, приготовленные из кефали черноморской по технологии Sous Vide, так же имели больший выход на 14,5% для разделки на кусок и на 11,0% для филе.

При комбинированной тепловой обработке – совмещение обжаривания и варки кефали, так же наблюдается положительная динамика. Выход готового блюда, приготовленного по технологии Sous Vide, после размораживания на 5,6% больше, чем аналогичное блюдо традиционной тепловой обработки.

Из всего вышесказанного, можно рекомендовать щадящую тепловую обработку Sous Vide для замороженной кулинарной продукции из рыбы как более экономически выгодную.

Список литературы

Кривонос О.Н., Долганова Н.В. 2018. Технология Sous Vide для кулинарной продукции длительного хранения из Азово-Черноморского сырья. «Наука и практика 2018»: материалы Всероссийской междисциплинарной научной конф. - Астрахань: Астраханский государственный технический университет, 68.

СанПиН 2.3.2.1078-01. 2001. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Введ. 2002.07.01. М., 369 с.

Об особенностях пространственного и межгодичного распространения паразитов, влияющих на качество и безопасность продукции, в обследованных популяциях нерки (Камчатка)

И.О. Кулемеева, С.Л. Рудакова

Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»),
г. Петропавловск-Камчатский
e-mail: kochneva_irina@bk.ru

Ключевые слова: Камчатка, половозрелая нерка, *Anisakis* sp., *Diphyllobothrium* sp., *Philonema oncorhynchi*.

Аннотация: В работе обобщены и проанализированы данные о зараженности нерки Камчатки паразитами, влияющими на товарное качество продукции. Установили, что в камчатских популяциях нерки широко распространены нематоды *Anisakis* sp. и *Philonema oncorhynchi*, и цестоды *Diphyllobothrium* sp.

Участились случаи обращения сотрудников рыбопромышленных предприятий в Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО») по поводу претензий от покупателей к качеству продукции. Выбраковка продукции из-за инвазии гельминтами порой наносит ощутимый ущерб деятельности рыбопромышленников. Информация о количественном и видовом составе паразитофауны, выявленной у лососей, не может дать ответ о причинах аномально высокой зараженности тем или иным паразитом. Так нерка (*Oncorhynchus nerka* Walbaum, 1792) – один из самых ценных и популярных видов тихоокеанских лососей и одновременно один из самых зараженных паразитами, влияющими на качество и безопасность продукции. Из них самые распространенные – это личинки нематод *Anisakis* sp. Saidov, 1956, личинки цестод *Diphyllobothrium* sp. Cobbold, 1858. Личинки (плероцеркоиды) р. *Diphyllobothrium* и р. *Anisakis* являются потенциально опасными для человека, вызывают дифиллоботриоз и анизакидоз, соответственно. Еще один массовый паразит нерки *Philonema oncorhynchi* Kuitunen-Екbaum, 1933, вызывает слипание внутренних органов, чем ухудшает качество не потрошенной товарной продукции.

Целью нашей работы было обобщение и анализ имеющихся ретроспективных данных для выявления пространственных и временных особенностей зараженности нерки Камчатки патогенами, влияющими на безопасность и портящими товарное качество продукции.

Для выявления паразитов осуществляли неполное паразитологическое вскрытие (Лабораторный практикум..., 1983; МУК 3.2.988-00; Быховская-Павловская, 1985). Видовую принадлежность паразитарных агентов устанавливали с помощью отечественных определителей (Определитель паразитов..., 1987).

Проанализированы данные по зараженности половозрелой нерки с 2008 по 2018 гг. в рамках государственного мониторинга качества и безопасности водных биологических ресурсов (ВБР) в основных нерестовых водоемах Камчатско-Курильской (оз. Начикинское (бассейн р. Большой), оз. Курильское (бассейн р. Озерная)) и Петропавловско-Командорской промысловых подзон (оз. Азабачье (бассейн р. Камчатка), оз. Дальнее (бассейн р. Паратунка)). В оз. Дальнем исследования проводили только с 2008 по 2013 гг.

Наиболее часто личинки *Anisakis* sp. у рыб локализовались в брюшных мышцах, реже – в спинных. В месте их локализации отмечали кровоподтеки от лопнувших капилляров, которые могли стать причиной проникновения вторичной инфекции. Такая рыба быстрее портится, у нее появляется неприятный запах, товарные качества снижаются (Карманова, Плашкова, Нечаева, 2002). В цикле развития анизакид участвуют мелкие ракообразные и рыбы, а также китообразные и ластоногие. Начинается инвазия в прибрежье (Буторина,

1976), а продолжается в морской и океанической зонах нагула за счет питания рыб представителями различных групп пелагических и бентосных беспозвоночных (Вальтер, Попова, 1974).

Плероцеркоиды *Diphyllobothrium* sp. обычно локализуется на поверхности пищевода, желудка, пилорических придатков, кишечника, печени, гонад и в мускулатуре нерки. Развитие паразита происходит с участием планктонных ракообразных, а именно – *Cyclops scutifer*. Молодь лососей заражается ими в пресноводный период жизни. В связи с тем, что на Камчатке вблизи озер и рек гнездится большое количество чаек, которые являются дефинитивными хозяевами цестод рода *Diphyllobothrium*, вероятно, что именно они распространяют чаечных лентецов: *D. dendriticum* и *D. ditremum* (Десямура и др., 1985).

Philonema oncorhynchi локализуется в полости тела рыбы. Их развитие происходит с участием циклопа *Cyclops bicuspidatus* (Platzer, Adams, 1976). Развитие паразита у хозяина в рыбе длится в течение 2 лет. Такой срок совпадает со сроками развития хозяина. К тому моменту, когда лосось возвращается на нерест в реки, самки нематод наполнены развитыми личинками (Определитель паразитов..., 1987).

За период обследования были получены среднемноголетние данные по зараженности нерки плероцеркоидами, анизакидами и филонемами.

Данные о паразитах за последние десять лет представлены в таблице.

Таблица. Количественные показатели зараженности нерки анизакидами, дифиллоботридами и филонемами с 2008 по 2018 гг.

<i>Anisakis</i> sp.				
	оз. Начикинское	оз. Курильское	оз. Азабачье	оз. Дальнее
экстенсивность инвазии				
среднемноголетние данные	77,6	76,9	63,7	47,6
min/max значение, %	40/93,3	33,3/100	33,3/93,3	20/93,3
кол-во лет исследования/кол-во лет с э.и. > 50%	10/9	11/9	11/8	6/2
интенсивность инвазии				
среднемноголетние данные	7,3	11,4	8,7	4,3
min/max значение, экз.	1,7/14,9	2/30,7	1,2/19,6	2/6
<i>Diphyllobothrium</i> sp.				
экстенсивность инвазии				
среднемноголетние данные	4,6	49,7	5,7	10
min/max значение, %	6,3/20	6,6/100	6,7/20	6,7/20
кол-во лет исследования/кол-во лет с э.и. > 50%	4/0	7/6	5/0	4/0
интенсивность инвазии				
среднемноголетние данные	1,6	5,6	0,8	0,9
min/max значение, экз.	1,7/9	2/25,1	1/3	1/2

<i>Philonema oncorhynchi</i>				
экстенсивность инвазии				
средненоголетние данные	72,7	64	72,7	71,1
min/max значение, %	46,7/100	20/100	80/100	20/100
кол-во лет исследования/кол-во лет с э.и. > 50%	8/7	8/6	8/8	6/5
интенсивность инвазии				
средненоголетние данные	23,7	23,3	27,4	11,1
min/max значение, экз.	3,1/86,5	1/56,2	18,3/103	4/23,5

По нашим наблюдениям, опасность заражения людей анизакидами на Камчатке существует постоянно, поскольку экстенсивность заражения нерки очень высока. Средненоголетние показатели э.и. и и.и. зараженности рыб *Anisakis* sp в озёрах Начикинском, Курильском и Азабачьем незначительно выше, чем в оз. Дальнем. Это может быть обусловлено различием в кормовой базе водоемов. В оз. Дальнем самый низкий показатель экстенсивности инвазии был в 2008 г. – 20%, а интенсивность инвазии оказалась не так мала, как в другие годы – 6 экз. Существенных отличий в зараженности анизакидами в межгодовом аспекте не выявлено.

Средненоголетние показатели э.и. и и.и. зараженности нерки дифиллоботриумом в оз. Курильском были намного выше – 78,1%, чем в других озерах, где они были примерно на одном уровне – 6,8%. Максимальные значения наблюдались в оз. Курильском в 2008 и 2013 гг. – 100%. Возможно это обусловлено массовым размножением промежуточного хозяина – циклопа *Cyclops scutifer*. Кроме того, в оз. Курильском порог э.и. 50% был превышен в течение 6 лет исследований, в то время как в других водоемах этот показатель всегда был ниже.

Филонем в больших количествах отмечали у нерки во всех обследованных водоемах в обеих подзонах на протяжении всех лет исследований, средненоголетние значения экстенсивности инвазии варьировали в пределах 64–73%. Скорее всего, у нерки преобладающей пищей является циклоп *Cyclops bicuspidatus*, который обитает во всех исследуемых водоемах в больших количествах. Поэтому нерка сильно заражена филонемами. Это говорит о том, что в целом зараженность кормовой базы паразитом в этих озерах высока. Существенных отличий в зараженности филонемами в межгодовом аспекте не выявлено.

Полученные данные свидетельствуют о широком распространении *Anisakis* sp., *Diphyllobothrium* sp. и *Philonema oncorhynchi* у половозрелой нерки Камчатского края. Существенных отличий в зараженности анизакидами и филонемами в межгодовом аспекте не выявлено. Выявлены межгодовые отличия по зараженности нерки дифиллоботриумом оз. Курильского с другими исследуемыми водоемами. Планируется провести дальнейшие исследования по данной теме, расширив перечень обследованных водоемов на Камчатке, проанализировав информацию по кормовой базе и циклам развития паразитов и их промежуточных хозяев.

Зараженная данными паразитами рыба может быть использована в пищу после соответствующей термической обработки (СанПин 2.3.2.1078-01).

Список литературы

Буторина Т.Е. 1976. Изучение паразитофауны молоди лососей рода *Oncorhynchus* в Охотском море. Паразитология 10(1), 3–7.

- Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 121 с.
- Вальтер Е.Д., Попова Т.Н. 1974. Роль полихеты *Lepidonotus squamatus* (L.) в биологии анизакид. Тр. Беломорск. Биол. станц. Моск. гос. ун-та. 4, 177–182.
- Десямура С.Л., Скрябин А.С., Сердюков А.М. 1985. Дифиллоботрииды – ленточные гельминты человека, млекопитающих и птиц. Основы цестодологии. Т.11. М.: Наука, 200 с.
- Карманова И.В., Плашкова В.В., Нечаева О.Ю. и др. 2002. Случай анизакидоза у человека на Камчатке. Мед. параз. и параз. болезни. М.: С. ИНФО. № 2, 32–33.
- Лабораторный практикум по болезням рыб. 1983. Под редакцией В.А. Мусселиус. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 294 с.
- МУК 3.2.988-00. 2015. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки: Методические указания. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 49 с.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. 1987. Паразитические многоклеточные. Под ред. О.Н. Бауера. Л.: Наука. Т. III, 583 с.

Зараженность паразитами некоторых видов рыб Истринского водохранилища

Ю.Д. Кулешова¹, А.Д. Логвиненко¹, Д.Ю. Травникова¹, А.Д. Ивлева¹, И.И. Гордеев^{1,2}

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

²ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

e-mail: gordeev@vniro.ru

Ключевые слова: ихтиопаразитология, паразитофауна рыб, Истринское водохранилище.

Аннотация: В данной работе приведены данные о зараженности основными видами гельминтов *Abramis brama*, *Rutilus rutilus*, *Stizostedion lucioperca*, *Perca fluviatilis* *Esox lucius*, обитающих в Истринском водохранилище.

Истринское водохранилище расположено в западной части Московской области и является важным водоемом искусственного происхождения. Для сохранения и рационального использования биоресурсов водоема важно иметь современные данные о зараженности рыб гельминтами, их видовом разнообразии и динамике зараженности. В Истринском водохранилище на данный момент нет рыбоводства, но тем не менее оно используется для любительского рыболовства, и отсутствие мониторинга возбудителей паразитозов может привести к распространению паразитарных заболеваний у человека, а также у домашних и диких животных.

Материалы и методы. В ходе данной работы мы проводили ихтиопатологическое вскрытие пресноводных рыб, выловленных в Истринском водохранилище близ экопарка «Начинание» 17-19 июня 2019 г. Рыба вылавливалась тремя способами: отлов закидным неводом, отлов сачками Киналева, отлов с берега при помощи удобных орудий лова. Всего методом стандартного паразитологического вскрытия было исследовано 50 особей пяти видов рыб. Данные о количестве обследованных особей приведены в табл. 1.

Таблица 1. Основные характеристики исследованных особей

Вид рыбы	Количество особей	Масса тела (г)	Промысловая длина (см)	Длина по Смитту (см)	Общая длина (см)
<i>Abramis brama</i>	26	65,65	11,61±1,16	12,79±1,30	14,67±1,49
<i>Rutilus rutilus</i>	13	7,13	7,83±0,30	8,71±0,30	9,75±0,31
<i>Stizostedion lucioperca</i>	2	187,00	24,50±1,50	27,60±0,60	30,00±0,00
<i>Perca fluviatilis</i>	4	36,93	12,75±1,18	14,20±1,15	15,25±1,22
<i>Esox lucius</i>	5	195,60	30,80±5,08	32,60±5,28	34,40±5,23

После выполнения морфометрических измерений производился наружный осмотр (рис. 1) и паразитологическое вскрытие по стандартной методике (Быховская-Павловская, 1985).

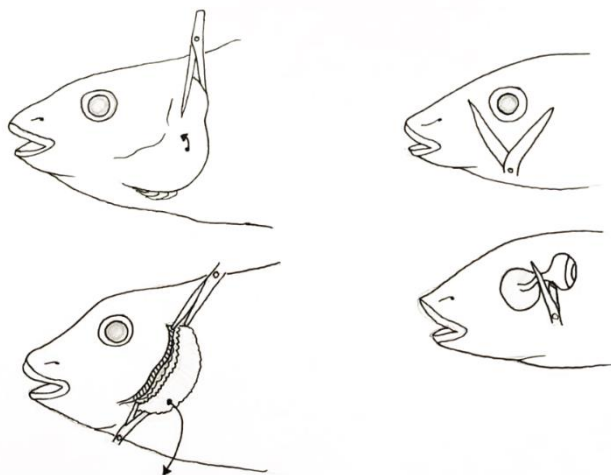


Рис. 1. Схема первых этапов вскрытия

Найденные паразиты фиксировались 96% этаноле. Определение производилось при помощи определителей (Бауер, 1985; 1987). Расчет паразитологических индексов производился согласно работе Bush et al. (1997): экстенсивность и интенсивность инвазии, пределы интенсивности.

Результаты. На Истринском водохранилище нами были обнаружены три представителя класса Crustacea, два из них принадлежат п/кл Copepoda (*Ergasilus briani*, *Ergasilus sieboldi*), и один – п/кл Brachiura (*Argulus foliaceus*). Данные ракообразные являются эктопаразитами рыб, и были найдены в большом количестве (табл. 2-6). Метациркулярии диглостомом было заражено 28% из общего числа рыб, в частности, 35% обследованных лещей и 23% плотвы. При этом в 87,5% случаев метациркулярии в глазу локализовались в хрусталике. Нематоды встречались редко. В кишечнике обоих видов были обнаружены свободноживущие нематоды, проглоченные рыбой в процессе питания. В глазах и печени леща обнаружены паразитические нематоды (Nematoda gen. sp.).

Всего нами было обнаружено 15 видов паразитических организмов. Наиболее зараженным видом среди исследованных видов рыб является лещ обыкновенный *Abramis brama*, а наиболее массовым среди найденных паразитических форм были ракообразные рода *Ergasilus* и трематоды рода *Diplostomum*. Данные о зараженности всех видов рыб приведены в табл. 2-6.

Таблица 2. Зараженность гельминтами леща обыкновенного *Abramis brama* (n=26)

Паразит	Стадия развития*	Экстенсивность (%)	Интенсивность (пределы интенсивности)	Локализация в хозяине
<i>Ergasilus briani</i>	ad.	45,15	34,8 (1-204)	жабры
<i>Ligula intestinalis</i>	ad.	15,38	1,00 (1-1)	брюшная полость
<i>Diplostomum</i> spp.	l.	7,69	6,00 (4-8)	Глаз (хрусталик)
<i>Paradiplozoon homoion</i>	ad.	7,69	1,00 (1-1)	жабры
<i>Valipora campylaneristrotia</i>	l.	7,69	1,00 (1-1)	желчный пузырь
<i>Ergasilus sieboldi</i>	ad.	3,85	4,00 (4-4)	жабры
<i>Argulus foliaceus</i>	ad.	3,85	1,00 (1-1)	поверхность тела
Nematoda gen. sp.	l.	7,69	1,00 (1-1)	Глаз, печень

* ad. – ‘adult’ – взрослая стадия развития, l. – ‘larva’ – личиночная стадия

Как видно из таблицы 2, главным образом *Abramis brama* был поражен ракообразными (Copepoda) - *Ergasilus briani*.

Таблица 3. Зараженность гельминтами плотвы обыкновенной *Rutilus rutilus* (n=13)

Паразит	Стадия развития*	Экстенсивность (%)	Интенсивность (пределы интенсивности)	Локализация в хозяине
<i>Diplostomum</i> spp.	l.	15,38	3,50 (3-4)	глаз (хрусталик)
<i>Paradiplozoon homoion</i>	ad.	15,38	1,50 (1-2)	жабры
<i>Valipora campylaneristota</i>	l.	15,38	1,00 (1-1)	желчный пузырь
<i>Bunodera luciopercae</i>	l.	7,69	3,00 (3-3)	кишечник
<i>Ergasilus briani</i>	ad.	7,69	2,00 (2-2)	жабры

* ad. – ‘adult’ – взрослая стадия развития, l. – ‘larva’ – личиночная стадия

Таблица 4. Зараженность гельминтами судака обыкновенного *Stizostedion lucioperca* (n=2)

Паразит	Стадия развития*	Экстенсивность (%)	Интенсивность (пределы интенсивности)	Локализация в хозяине
<i>Ergasilus briani</i>	ad.	100	36,00 (14 - 58)	жабры
<i>Argulus foliaceus</i>	ad.	50	6,00 (6-6)	анальный плавник

* ad. – ‘adult’ – взрослая стадия развития, l. – ‘larva’ – личиночная стадия

Таблица 5. Зараженность гельминтами щуки обыкновенной *Esox lucius* (n=5)

Паразит	Стадия развития*	Экстенсивность (%)	Интенсивность (пределы интенсивности)	Локализация в хозяине
<i>Ergasilus briani</i>	ad.	100	97,60 (24-136)	Жабры
<i>Argulus foliaceus</i>	ad.	40	1,00 (1-1)	Жабры
<i>Unionidae</i> gen sp.	l.	20	2,00 (2-2)	Жабры
<i>Trinophorus nodulosus</i>	ad.	20	1,00 (1-1)	Кишечник

* ad. – ‘adult’ – взрослая стадия развития, l. – ‘larva’ – личиночная стадия

Таблица 6. Зараженность гельминтами речного окуня *Perca fluviatilis* (n=4)

Паразит	Стадия развития*	Экстенсивность (%)	Интенсивность (пределы интенсивности)	Локализация в хозяине
<i>Argulus foliaceus</i>	ad.	50	4,50 (2-7)	поверхность тела
<i>Ergasilus briani</i>	ad.	50	2,00 (1-3)	жабры
<i>Bunodera luciopercae</i>	l.	25	11,00 (11-11)	кишечник
<i>Trinophorus nodulosus</i>	ad.	25	1,00 (1-1)	печень

* ad. – ‘adult’ – взрослая стадия развития, l. – ‘larva’ – личиночная стадия

Заключение. Полученная картина зараженности свидетельствует о хороших условиях для развития паразитических организмов в Истринском водохранилище, чему способствуют небольшая глубина и эвтрофность водоема, а также полнота популяций промежуточных и окончательных хозяев. Несмотря на значительное количество найденных паразитических видов, полученные результаты можно считать только предварительными в силу малого охвата размерного ряда хозяев.

Список литературы

- Бауер О.Н. (ред.). 1985. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Том 2. Паразитические многоклеточные (Первая часть). Наука, Ленинград, 425 с.
- Бауер О.Н. (ред.). 1987. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Том 3. Паразитические многоклеточные (Вторая часть). Наука, Ленинград, 583 с.
- Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Наука, Ленинград, 124 с.
- Жохов А.Е., Молодожникова Н.М. 2008. Таксономическое разнообразие паразитов бесчелюстных и рыб бассейна Волги V. Нематоды (Nematoda) и волосатики (Gordiaceae) // Паразитология, 42(2), с. 114-128.
- Романова Н.Н., Головина Н.А., Головин П.П., Малыгина М.М., Кошкарлова В.В. 2016. Фаунистический анализ гельминтов леща в водоемах Центральной зоны РФ // Труды Центра паразитологии. Т. XLIX: Фауна и экология паразитов, с. 132-135.
- Bush A.O., Lafferty K.D., Lotz J.M., Shostak A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. J. Parasitol. 83(4), 575–583.

Первые результаты трансарктической экспедиции: состояние запасов демерсальных видов рыб Карагинского и Олюторского заливов

Ю.К. Курбанов, Д.А. Терентьев

Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»),
г. Петропавловск-Камчатский
e-mail: kurbanov.u.k@kamniro.ru, terentiev.d.a@kamniro.ru

Ключевые слова: Карагинский залив, Олюторский залив, донные траловые съёмки, оценка биомассы, численность, демерсальные виды рыб.

Аннотация: На основании данных траловой съёмки, проведенной летом 2019 г. в Карагинском и Олюторском заливах, представлены результаты по современному составу и структуре сообщества демерсальных видов рыб. Оценены биомассы основных семейств и промысловых видов в сопоставлении с данными, полученными в 2016 г. Приведен краткий анализ современных тенденций в изменениях численности массовых видов рыб.

Шельф западной части Берингова моря – район воспроизводства и нагула большинства ценных промысловых видов рыб и беспозвоночных. Карагинский и Олюторский заливы являются традиционным районом интенсивного снюрреводного, тралового и донного ярусного промысла минтая, трески, камбал и наваги, а также ловушечного промысла крабов маломерным, среднетоннажным и крупнотоннажным флотом различных предприятий дальневосточного региона. В последние годы (2013–2018 гг.) по данным отраслевой системы мониторинга Росрыболовства (ОСМ) промысел в Карагинской подзоне обеспечивал добычу 29,2% наваги, 16,8% трески, 12,8% сельди, 6,4% камбал и 6,2% палтусов.

В начале 2000-х гг. были обобщены результаты многолетних траловых съёмок КамчатНИРО (Золотов, 2009а, 2009б, 2010), которые, с учетом опубликованной ранее информации (Борец, 1985, 1989, 1997; Лапко и др., 1999; Борец и др., 2001; Гаврилов, Глебов, 2002) позволили достаточно подробно охарактеризовать динамику основных семейств и наиболее важных промысловых видов донных рыб в 1959-2008 гг., уточнить представления о составе и структуре сообществ, а также изменениях, происходивших в них.

В 2013 г. по результатам траловой съёмки осенью 2012 г. был представлен анализ современного состава и структуры сообщества демерсальных видов рыб в Карагинском и Олюторском заливах, приведены оценки биомасс основных семейств и промысловых видов в сопоставлении с аналогичными данными многолетних исследований, и дана характеристика размерного состава (Золотов и др., 2013).

Впоследствии учетные съёмки в этих заливах выполнялись в октябре 2013–2014 гг., однако, в силу объективных причин, количество выполненных тралений и обследованная площадь акватории неизменно уменьшалась (были обследованы глубины до 120–150 м). В июне 2016 г. в районе исследований была выполнена донная траловая съёмка на глубинах 20–300 м. В 2019 г. в июле на НИС «Профессор Леванидов» в рамках экспедиционных исследований в Беринговом море выполнено 80 учетных тралений на глубинах 20-300 м. Поскольку траловые донные съёмки на шельфе Карагинского и Олюторского заливов выполняются нерегулярно, любая информация о современном состоянии ихтиоценов этого района представляет практический интерес.

В настоящем сообщении представлены предварительные результаты по современному составу и структуре сообщества, оценки биомасс основных семейств и промысловых видов в сопоставлении с аналогичными данными, полученными в 2016 г.

Научно-исследовательские работы выполнялись на НИС «Профессор Леванидов» (ФГБНУ «ВНИРО»). В качестве орудия лова использовался донный трал ДТ 27,1/24,7. Вертикальное раскрытие контролировалось по приборам и варьировало от 2,2 до 5,5, составляя, в среднем 3,2 м; горизонтальное раскрытие трала равнялась 16 м. В куток трала вшивалась 10-и мм вставка из дели. Трал имел трехкабельную схему оснастки, в качестве распорных средств применялись траловые доски универсальные площадью 3,63 м². Траления продолжительностью от 10 до 30 минут (в среднем 20) производились в светлое время суток. Скорость траления изменялась в пределах 2,3-3,5 узлов в зависимости от ветра, волнения, течений, состояния грунтов и в среднем составляла 3,0 узла. Методика разбора и обработки траловых уловов была стандартной, принятой в практике подобных экспедиций (Борец, 1997). Масса рыб определялась с использованием электронных весов типа Marel с ценой деления 0,01 кг. Расчеты численности и биомассы рыб Карагинского и Олюторского заливов по данным траловых съемок производились с помощью ГИС «КартМастер» (Бизиков и др., 2007). Использовали коэффициенты уловистости, принятые ранее Л.А. Борцом (1997), которые предыдущие исследователи использовали для количественной оценки численности и биомассы донных рыб на шельфе Берингова моря (Лапко и др., 1999). Для того, чтобы оценки запасов в 2019 г. были сопоставимы с результатами полученными ранее, расчет численности и биомассы в настоящей работе определялся для участка шельфа в диапазоне глубин 20–300 м на площади 30902 км² в пределах выбранного «стандартного» полигона в Карагинском и Олюторском заливах. Ввиду отсутствия репрезентативной сетки станций при проведении учетных съемок в 2013-2014 гг. результаты оценок численности и биомассы, выполненные в этот период, в настоящей работе не рассматривались.

Видовой состав уловов и встречаемость основных промысловых видов в них, в 2019 г., в целом, были достаточно близки к традиционным для данного района (Борец, 1997; Лапко и др., 1999; Борец и др., 2001; Гаврилов, Глебов, 2002, Золотов 2009а; Золотов и др., 2013).

В уловах было отмечено 69 видов рыб из 18 семейств. Наибольшим видовым разнообразием отличались представители 4 семейств: рогатковых Cottidae – 17 видов, камбаловых Pleuronectidae – 12 видов, ромбовых скатов Rajidae и лисичковых Agonidae – по 6 видов. Остальные семейства были представлены 1–4 видами.

Наиболее распространенными на шельфе в период траловой съемки были: среди представителей тресковых Gadidae – минтай *Theragra chalcogramma* (встречаемость 100,0%), тихоокеанская треска *Gadus macrocephalus* (97,5%) и дальневосточная навага *Eleginus gracilis* (43,0%); среди рогатковых – многоиглый керчак *Myoxocephalus polyacanthocephalus* (86,1%), широколобый шлемоносец *Gymnocanthus detrisus* (75,9%) и белобрюхий получешуйник *Hemilepidotus jordani* (67,1%); среди камбаловых – группа палтусовидных камбал *Hippoglossoides spp.* (81,0%), сахалинская *Limanda sakhalinensis* (77,2%), желтоперая *L. aspera* (75,9%) лиманды и четырехбугорчатая камбала *Pleuronectes quadrituberculatus* – (75,9%).

Результаты расчетов численности и биомассы пелагических рыб по данным донных траловых съемок редко напрямую используются для оценки запасов. Исходя из этого, в дальнейшем мы рассматриваем оценки численности и биомассы без учета минтая, сельди *Clupea pallasii* и корюшковых Osmeridae.

В 2019 г. в учтенной численности донных и придонных рыб (967900 тыс. шт.) преобладали: навага (277708 тыс. шт. или 28,69%), сахалинская камбала (179856 тыс. шт. или 18,58%) и треска (119403 тыс. шт. или 12,34%).

Суммарная биомасса составляла 308,3 тыс. т. По сравнению с результатами 2016 г. отмечены изменения в обилии демерсальных рыб, обусловленные увеличением запасов четырёх основных семейств, величина которых составляла: у тресковых – 155,8; камбаловых – 81,4; рогатковых – 61,6 и ромбовых скатов – 4,6 тыс. т (рис. 1). Отметим, что биомасса других групп осталась на том же уровне или уменьшилась незначительно.

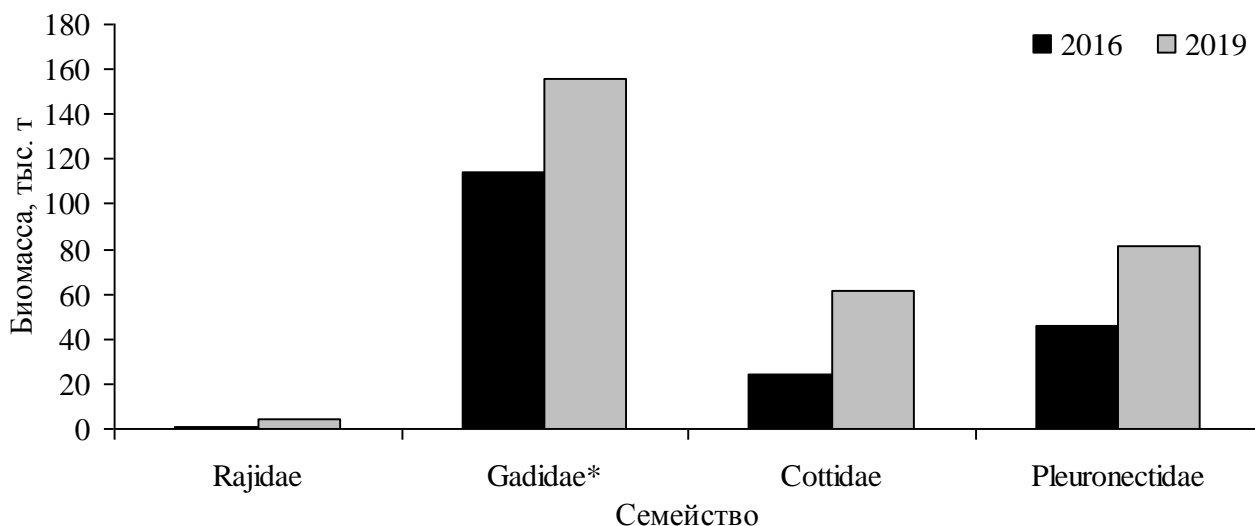


Рис. 1. Оценённая величина биомассы основных семейств в Карагинской подзоне в 2016 и 2019 гг.: * – без учёта минтая

Среди представителей Gadidae наиболее значимые величины зарегистрированы у трески – 109,8 тыс. т или 35,6%. Таким образом, с 2016 г. её запас демонстрирует рост и его уровень находится выше среднееголетнего. Биомасса наваги оценивалась в 46 тыс. т (14,9%), что соответствует среднееголетнему уровню начала 2000-х гг. (Золотов и др., 2013).

Примечательно, что зарегистрированное увеличение запасов камбаловых в Карагинской подзоне произошло за счет не одного-двух, а большей части массовых видов более чем в 2 раза, таких как желтоперая, сахалинская, четырехбугорчатая и двухлинейная *Lepidopsetta polyxustra* камбалы (рис. 2). Снижение было отмечено для звездчатой камбалы *Platichthys stellatus*, биомасса которой в 2019 г. составляла около 11,6 тыс. т, что в 1,5 раза меньше оценок 2016 г.

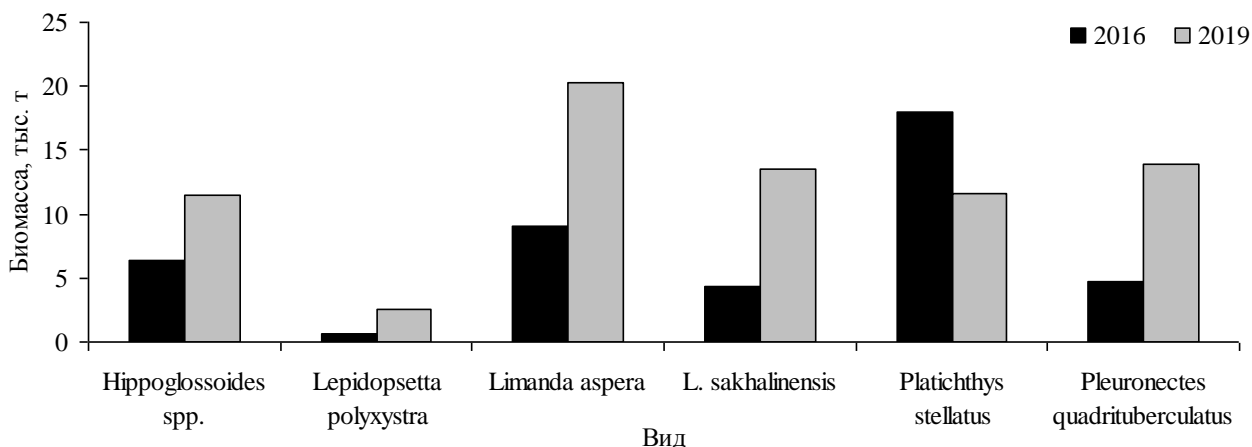


Рис. 2. Оценённая величина биомассы основных видов камбаловых в Карагинской подзоне в 2016 и 2019 гг.

По сравнению с 2016 г., уценная биомасса рогатковых увеличилась почти на 40 тыс. т за счет роста запасов керчаков *Myoxocephalus* spp. и значительного увеличения биомассы шлемоносцев *Gymnocanthus* spp. с 1,3 до 17,1 тыс. т (рис. 3). Среди них наиболее массовыми были многоиглый керчак и широколобый шлемоносец, биомасса которых была оценена в 21,9 и 16,6 тыс. т соответственно.

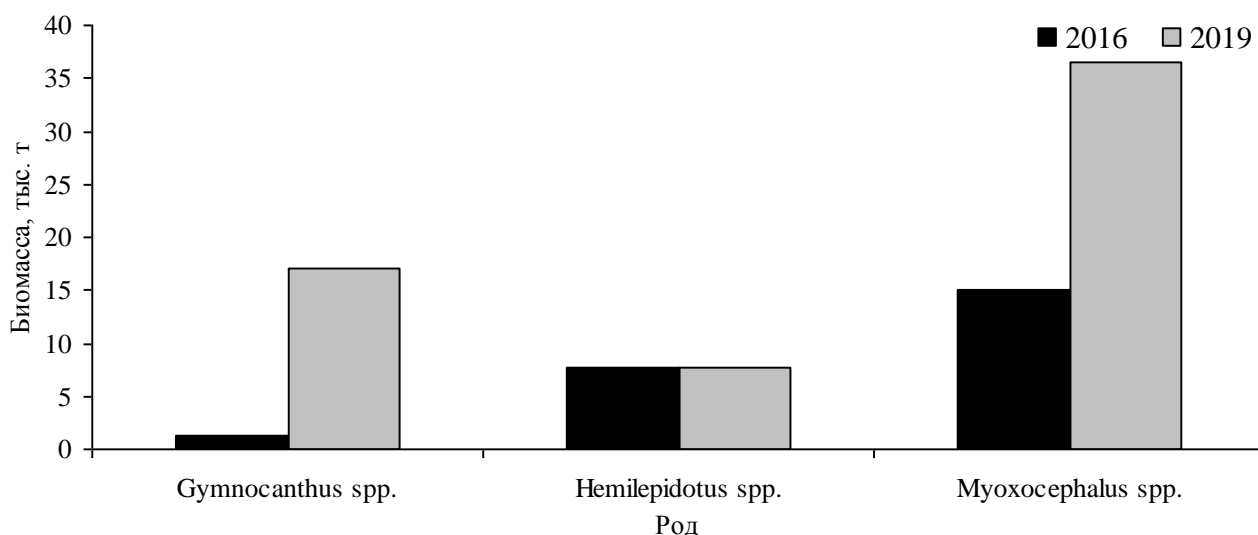


Рис. 3. Оценённая величина биомассы основных представителей рогатковых в Карагинской подзоне в 2016 и 2019 гг.

Таким образом, видовой состав уловов и встречаемость основных промысловых видов в 2019 г. были достаточно близки к традиционным для Карагинской подзоны и периода выполнения исследований.

Без учета минтая, сельди и корюшковых *Osmeridae*, суммарная биомасса демерсальных видов рыб составила около 308,3 тыс. т. Наибольший вклад в уловы по численности внесли навага, треска и сахалинская камбала.

В течение последних четырёх лет в количественном составе донного ихтиоценоза шельфа северо-восточной Камчатки произошли заметные изменения, выразившиеся в возрастании доли доминирующих семейств рыб. Эти изменения вызваны, в основном, существенным увеличением биомассы камбаловых, тресковых и рогатковых.

Последние несколько лет, по-видимому, характеризуются постепенным ростом запасов трески до уровня выше среднемноголетнего, а также значительным увеличением биомассы основных представителей семейства камбаловых.

Суммарная биомасса рогатковых на современном этапе достигла 61,6 тыс. т, что более чем в 2,5 раза больше значений 2016 г. Схожие тенденции к росту запасов наиболее массовых представителей семейства *Cottidae* отмечались на охотоморском шельфе Камчатки (Матвеев, Терентьев, 2016), где также доминирующими были многоиглый керчак и широколобый шлемоносец.

Список литературы

- Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. 2007. Географическая информационная система «Картмастер». Рыбное хозяйство 1, 96–99.
- Борец Л.А. 1985. Состав и современное состояние сообщества донных рыб Карагинского залива. Известия ТИНРО 110, 20–28.
- Борец Л.А. 1989. Состав и биомасса донных рыб на шельфе западной части Берингова моря. Вопросы ихтиологии 29 (5), 740–745.
- Борец Л.А. 1997. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. Владивосток: ТИНРО-центр, 217 с.
- Борец Л.А., Савин А.Б., Бомко С.П., Пальм С.А. 2001. Состояние донных ихтиоценов в северо-западной части Берингова моря в конце 90-х годов. Вопросы рыболовства 2 (2), 242–257.

Гаврилов Г.М., Глебов И.И. 2002. Состав донного ихтиоцена в западной части Берингова моря в ноябре 2000 г. Известия ТИНРО 130, 1027–1037.

Золотов А.О. 2009а. Использование траловых съежек для оценки численности камбал Карагинского и Олюторского заливов: методика и результаты. Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана 13. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 51–58.

Золотов А.О. 2009б. Многолетняя динамика запасов донных рыб Карагинского и Олюторского заливов. Рыбное хозяйство 4, 81–85.

Золотов А.О. 2010. Камбалы западной части Берингова моря: динамика численности и особенности биологии. Автореф. дис. канд. биол. наук. Владивосток, 20 с.

Золотов А.О., Терентьев Д.А., Спиринов И.Ю. 2013. Состав и современное состояние сообщества демерсальных рыб Карагинского и Олюторского заливов. Известия ТИНРО 174, 85–103.

Лапко В.В., Степаненко М.А., Гаврилов Г.М., Напазаков В.В., Слабинский А.М., Катугин О.Н., Раклистова М.М. 1999. Состав и биомасса nekтона в придонных горизонтах в северо-западной части Берингова моря осенью 1998 г. Известия ТИНРО 126, 145–154.

Матвеев А.А., Терентьев Д.А. 2016. Промысел, многолетняя динамика биомассы, распределение и размерный состав массовых видов рогатковых Cottidae у западного побережья Камчатки. Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана 41. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 17–42.

Взаимосвязь озерной и морской форм тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* на основании полиморфизма контрольного региона мтДНК и микросателлитных локусов

Д.С. Курнос¹, С.Ю. Орлова², Е. Чикурова^{2,3}, Д.М. Щенетов^{2,4}

¹Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток

²ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

³Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва

⁴Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, г. Москва

e-mail: denkurnos@mail.ru

Ключевые слова: тихоокеанская сельдь, *clupea pallasii*, озерная форма, контрольный регион мтДНК (D-loop), микросателлитные маркеры.

Аннотация: Озерные формы тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) из трех озер острова Сахалин и п-ва Камчатка (оз.Айнское, оз. Виллой, оз.Нерпичье), показали значительную генетическую дифференциацию от морской формы. Образование озерных форм происходило вместе с геологическим формированием самих озер и естественным отбором наиболее приспособленных к опресненным водам индивидуумам. Мы исследовали полиморфизм варибельного фрагмента контрольного региона мтДНК (373 bp) и 4 микросателлитных локуса у 683 тихоокеанских сельдей из различных точек азиатской части ареала. Обнаружены сильные генетические различия (Fst), как между озерными формами разных озер (Fst 0,034-0,066), так и между озерными и морскими формами (Fst от 0,004-0,055). Парадоксально, что различия генетической дифференциации между озерными формами в большинстве случаев на порядок выше, чем между выборками морской формы между собой.

В пределах видového ареала тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii* по мнению некоторых ученых образует три экологических формы: морскую, прибрежную и озерную (Науменко, 2001). Однако так же существует классификация, объединяющая прибрежную и озерную форму в одну (Гриценко, 2002). Прибрежная и озерная сельди нерестятся и зимуют в небольших заливах и озерах лагунного типа и не совершают протяженных нагульных миграций (Фролов, 1964). Морская сельдь нерестится в водах морских заливов, совершает протяженные нагульные миграции и зимует в открытом море в верхней части глубоководных каньонов, на границе шельфа и свала глубин (Науменко, 2001).

Исследования митохондриальных участков и микросателлитных локусов озерных форм подтвердили ее генетическую дифференциацию от морских форм (Горбачев и др., 2011; Семенова и др., 2012, 2018; Курнос и др., 2016; Shimizu, 2019).

На данный момент отсутствует единое представление как о формировании озерных форм сельди, так и степени их дифференциации. Целью настоящей работы является определение популяционного статуса озерных форм сельди на основании данных о полиморфизме участка контрольного региона митохондриальной ДНК (*D-loop*) и четырех микросателлитных локусов.

Материалы и методы. В работе использовали образцы тихоокеанской сельди (n = 683), из которых 663 собраны с 2007 по 2017 гг. в Японском, Охотском, Беринговом и Карском морях, тихоокеанских водах южных Курильских островов и трех озерах (Айнское, Большой Виллой, Нерпичье (рис.)). Дополнительно в работе использовались 20 последовательностей контрольного региона образцов тихоокеанской сельди из вод США, взятых из открытой базы данных NCBI: JF507178 – JF 507187, JF507454 – JF 507463 и обозначенных в статье – Ki.

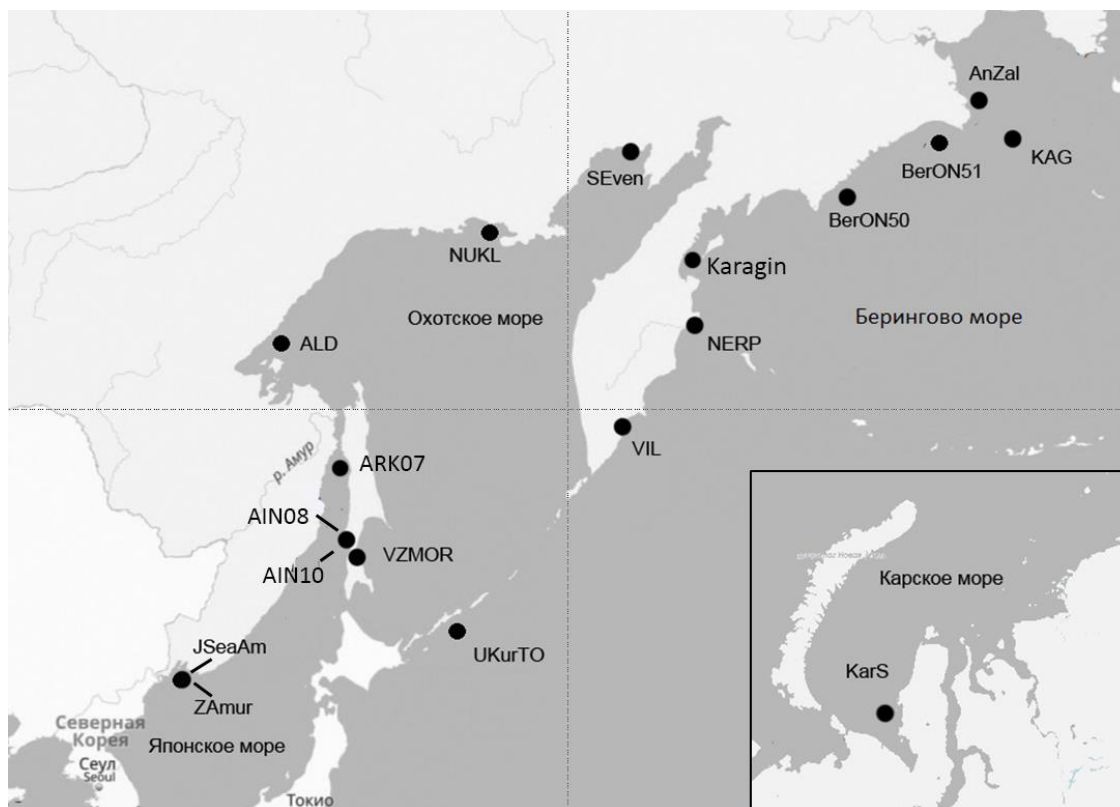


Рис. Карта выборок тихоокеанской сельди *Clupea pallasii*

Контрольный регион мтДНК. Для амплификации участка контрольного региона мтДНК использовали праймеры и условия к ним, описанные в статье (Liu, 2012).

Микросателлиты. По итогам предыдущих исследований (Курносков и др., 2016) было отобрано 4 наиболее подходящих для дальнейшей работы тетра-нуклеотидных микросателлитных локусов.

Результаты. В исследованных 683 образцах тихоокеанской сельди по фрагменту контрольного региона (373 п.н.) обнаружено 122 гаплотипа, из которых 51 найдено более чем у одной особи. Выявлены массовые гаплотипы, встречающиеся практически во всех выборках. Среди исследованных выборок сельдей из трех озер (Айновское, Вилюй, Нерпичье) наиболее обособленными оказались сельди из озера Айновское. Обнаружены массовые гаплотипы, встречающиеся только в данном озере.

Оценка значений *Fst*, рассчитанных по частотам аллелей микросателлитных локусов (табл.), позволила сделать выводы об основных особенностях популяционной структуры двух изучаемых форм тихоокеанской сельди. Во-первых, обнаружена достоверно высокая генетическая дифференциация между выборками из трех озер и морскими выборками. При этом самые большие различия наблюдаются между выборками из разных озер. Максимальные значения *Fst* обнаружены между выборкой AIN10 и выборкой из озера Вилюй – 0,066. Значения *Fst* между выборками из озер, как между собой, так и между морскими выборками были на порядок выше, чем генетическое разнообразие внутри морских выборок, расположенных друг от друга на значительном географическом расстоянии. Во-вторых, выявлена обособленность морских выборок из Берингова моря от группы выборок из Охотского, Японского морей и Тихого океана. При оценке показателей генетической дифференциации внутри этой группы были получены наименьшие значения *Fst*.

Таблица. Таблица значений попарных генетических дифференциаций (*Fst*) в выборках морской и озерной форм тихоокеанской сельди по микросателлитным маркерам. Жирным шрифтом выделены достоверные значения ($P < 0,05$)

Выборки	VIL	ALD	Karagin	KAG	AIN10	ZAmur	VZMOR	NUKL	AnZal	BerON50	AIN08	NERP
VIL	~											
ALD	0,023	~										
Karagin	0,023	0,008	~									
KAG	0,020	0,010	0,006	~								
AIN10	0,066	0,026	0,055	0,051	~							
ZAmur	0,035	0,006	0,031	0,034	0,021	~						
VZMOR	0,021	0,000	0,009	0,011	0,018	0,006	~					
NUKL	0,019	0,000	0,017	0,014	0,028	0,003	0,003	~				
AnZal	0,017	0,009	-0,005	0,000	0,049	0,028	0,009	0,014	~			
BerON50	0,015	0,000	0,013	0,014	0,028	0,004	-0,003	-0,008	0,009	~		
AIN08	0,042	0,010	0,027	0,028	0,010	0,007	0,004	0,010	0,020	0,007	~	
NERP	0,034	0,030	0,044	0,033	0,048	0,030	0,029	0,026	0,037	0,022	0,031	~

При оценке правдоподобия кластеризации в программе STRUCTURE 12-ти выборок тихоокеанской сельди из различных регионов по 4-м микросателлитным маркерам морская форма сельди была представлена двумя различными кластерами, обособленными от озерных форм. На основании полученных данных можно говорить о генетической изоляции озерных форм сельди.

Обсуждение. По нашим данным, полученным на основании полиморфизма контрольного региона мтДНК, сельдь имеет сложную эволюционную историю с несколькими всплесками численности. По гаплотипическому разнообразию отдельные группировки морских форм сельди нами не выявлены, но обнаружены достоверные различия озерных форм от морских, что было показано и другими авторами (Горбачев и др., 2011, 2012; Shimizu 2018). Данные, полученные нами по 4 микросателлитным локусам, сопоставимы с таковыми, полученными другими авторами (Семенова и др., 2012, 2018) которые показали достоверные различия между озерными сельдями и сельдью из Охотского моря ($F_s t = 0.025$). Достоверные отличия выборок сельди из Берингова моря от остальных могут быть как следствием низкой численности популяции, так и отличными от популяций других морей миграционными путями и нагульным ареалом.

Учитывая данные о существовании дифференцированных озерных форм сельди, полученные как по митохондриальным маркерам, так и по микросателлитным локусам, а также о том, что морские формы сельди могут заходить на нерест в озеро, можно предположить о существовании селекции на стадии выживаемости икры или малька. Подобный вывод о наличии механизма репродуктивной изоляции позволяющего существовать и сохранять уникальный генотип малочисленным стадам озерной сельди в тесном соседстве с высокочисленными стадами морских сельдей был сделан О.Ф. Гриценко после опытов по инкубации икры в воде с различной соленостью (Гриценко, 2002).

Полученные нами данные позволяют выделить озерных сельдей в отдельную экологическую форму. При этом озерные формы сельди каждого озера являются в генетическом аспекте уникальными. Исходя из геологических особенностей озер и полученных генетических данных, можно предположить, что образование озерных форм сельдей происходило постепенно вместе с формированием более опресненных лагун из населенного сельдью морского залива.

Исследование частично выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-00431.

Список литературы

Горбачев В.В., Соловечук Л.Л., Черноиванова Л.А. 2011. Внутривидовая структура тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* Val., 1847 (CLUPEIDAE: CLUPEIFORMES) Японского

и южной части Охотского морей по данным об изменчивости контрольного региона митохондриальной ДНК. Биология моря 37(6), 472-476.

Гриценко О.Ф. 2002. Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел). М.: Издательство ВНИРО, 248 с.

Курносков Д.С., Орлова С.Ю., Смирнова М.А. 2016. Генетическая изменчивость тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii* Val.) Охотского моря и озера Айнского по микросателлитным локусам. Известия ТИНРО 187, 116-121.

Науменко Н.И. 2001. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский. Камчатский печатный двор, 334 с.

Семенова А.В., Андреева А.П., Строганов А.Н., Рубцова Г.А., Афанасьев К.И., Маркевич Г.Н., Смирнов А.А. 2012. Предварительные данные по изменчивости микросателлитных локусов у тихоокеанских сельдей *Clupea pallasii*. Генетика 48(1), 97–103.

Семенова А.В., Строганов А.Н., Афанасьев К.И., Рубцова Г.А., Жукова К.А., Смирнов А.А. 2018. Микросателлитная изменчивость тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* Val., 1847 Охотского и Берингова морей. Генетика 54(3), 349-360.

Фролов А.П. 1964. морфологическая характеристика сельдей вод Сахалина. Изв. Тихоокеан. НИИ рыб.хоз-ва и океанографии 55, 39-53.

Liu M., Lin L., Gao T. et al. 2012. What maintains the central North Pacific genetic discontinuity in Pacific herring? PloS ONE 7(12).

Shimizu Y., Takahashi H., Takayanagi S., 2018. Population structure of the Pacific herring, *Clupeapallasii*, around Hokkaido Island inferred on the basis of mitochondrial DNA sequences. Sci. Rep. Hokkaido Fish. Res. Inst. 94, 1-40

Океанологические и гидрохимические исследования на поднятиях Императорского Хребта в весенне-летний сезон 2019 г.

А.С. Курносова, И.С. Наревич

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

e-mail: anna.vazhova@gmail.com

Аннотация: Императорский Хребет – система поднятий океанического дна, располагающаяся в северной части Тихого Океана. Протяженность подводного хребта составляет около 1500 км в меридиональном направлении. Для района подводных гор характерно наличие сложной и изменчивой вихревой структуры гидрофизических полей. Южная ветвь продолжения Куроисио, в зоне влияния которой находится участок хребта между 32-39°с.ш., может огибать г. Коко, как с севера, так и с юга. Северная ветвь продолжения Куроисио омывает участок хребта от 39 до 44°с.ш., а ее стрежень обычно пересекает Императорский хребет между вершинами Дзингу и Нинтоку. Известно, что продукционные процессы в большей степени зависят от вихревых систем, которые локализованы как вблизи, так и на значительном удалении от подводных гор (Дарницкий, 2005) и оказывают влияние на гидрохимические параметры.

В данном сообщении рассматриваются результаты океанологических и гидрохимических исследований, проведенных в 2019 г в весенний и летний период. Количество станций и исследованные горы приведены в таблице 1 и на рис. 1.

Таблица 1. Исследованные горы и параметры во время весенней и летней съемок на Императорском Хребте

Даты исследования	Кол-во станций	Подводные горы	Исследованные параметры
9-14 апрель 2019	14	Коко, Лира, Одзин, Дзингу	Температура, Соленость, Растворенный кислород, БПК ₅ Фосфаты, Силикаты, Нитритный азот, Нитратный азот
13 июль-8 август 2019	35	Коко, Лира, Дзингу, Нинтоку, Суико	Температура, Соленость, Растворенный кислород, БПК ₅ Фосфаты, Силикаты

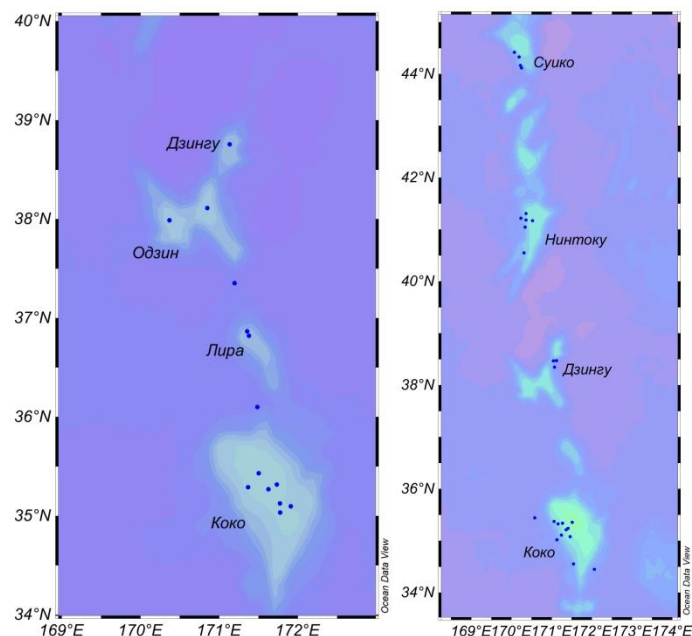


Рис. 1. Схема океанологических и гидрохимических станций и расположение разреза в районе Императорского хребта.

Сбор гидрологической информации в экспедиции осуществили с помощью гидрологического комплекса Sea Bird Electronics model 25, Carousel Deck Unit model 33. Гидрохимический анализ по определению концентраций минеральных форм биогенных веществ (мкМ/л) (кремния силикатов, фосфора фосфатов, азота нитритов и нитратов) и растворенного кислорода (мл/л) в воде выполнялся в судовой лаборатории по стандартным методикам (Руководство..., 2003). С помощью программы Ocean Data View V.4.7.1 - 2015 (Schlitzer, 2013) построены разрезы, карты распределения и профили исследованных параметров.

Обследованная часть плато г. Коко располагалась на глубинах от 290 до 390 м и находилась в нижней толще теплого поверхностного слоя максимальной солености, на склоне обследованные глубины достигали до 954 м весной и до 2000 м летом. С северной стороны склона г. Коко минимум значения в слое пониженной солености располагался на горизонте 400 м, у юго-западного – на 500 м. Вершины гор Лира, Одзин и Дзингу располагаются на глубинах 640-1000 м – в водах переходного слоя между холодной тихоокеанской водной массой пониженной солености (ядро характеризуется минимумом солености и залегало на 400-500 м) и глубинной тихоокеанской водной массой.

Наибольшие значения температуры и солености были зафиксированы в южной части исследованной акватории. В весенний период над г. Коко максимальные значения температуры составляли 17,31 °С, значения солености – 34,54‰. В летний период в этом же районе значения температуры увеличились до 24,42 °С, максимальные значения солености на поверхности в этом районе составляли 34,94‰.

В весенний период в придонном слое значения температуры в придонных слоях обследованных вершин варьировали от 3,15 – 3,31 °С (при глубинах 800-1000 на Лире и Одзин) до 3,76 – 4,74 °С (при глубинах 640-800 на Лире и Дзингу), значения солености варьировали в диапазоне 34,08 – 34,37‰. В летний период максимальные глубины обследования достигали 2000 м, значения температуры на этом горизонте составляли от 1,65 до 1,92 °С, значения солености – от 34,32 до 34,61‰.

В весенний и летний сезоны минимальные концентрации биогенных веществ зафиксированы на юге исследованного района (над плато г. Коко), вследствие потребления при продуцировании фитопланктона, что подтверждается перенасыщением поверхностного слоя кислородом в этой области. Вертикальное распределение концентраций кислорода в

воде на территории горы Коко снижается от поверхности к глубинным слоям воды. Обнаруженное незначительное увеличение содержания кислорода ниже горизонта 1500 м является нормой для придонной водной зоны. Минимальные концентрации неорганических соединений фосфора и кремния в поверхностных слоях воды связано с процессом фотосинтеза. Для всей обследованной области характерно высокое содержание растворенного кислорода (~3,5 мл/л) в ядре холодной тихоокеанской водной массы пониженной солености.

В результате выполненных гидрологических и гидрохимических исследований в районе возвышенностей Императорского хребта в период весенней и летней съемки в 2019 г можно отметить, что акватория над г. Коко в целом характеризовалась более высокой температурой, соленостью, содержанием растворенного кислорода и низкими значениями гидрохимических параметров по сравнению с водами над другими вершинами подводных гор. Можно предположить наличие циркуляций над вершинами г. Лира и г. Коко вследствие взаимодействия ветвей продолжения Куроисио с поднятием Императорского хребта, однако схема станций не позволяет построить карту течений в этой динамически активной части Тихого океана.

Список литературы

Schlitzer R., Ocean Data View, <http://odv.awi.de>, 2013.

Дарницкий В.Б. 2005. К истории исследования подводных гор Тихого океана (океанологические процессы). Известия ТИНРО 141, 255-283.

Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоемов и перспективных для промысла районов Мирового океана. 2003. М.: Изд-во ВНИРО, 202 с.

Экспериментальные исследования по внесению науплиусов артемии в модельный гипергалинный водоем (озеро Соленое, Тюменская область)

К.В. Куцанов, Л.И. Литвиненко, И.М. Глухих, А.Г. Герасимов, Л.Ф. Разова

Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Тюмень

e-mail: kutsanovk@yandex.ru

Ключевые слова: артемия, цисты, науплиусы, гипергалинный водоем, инкубирование.

Аннотация: Экспериментальные исследования проведены в период с 9 по 26 июля 2019 г. в Бердюжском районе Тюменской области на модельном гипергалинном водоеме Соленое (с. Окунево) (площадь 75 га, глубина 0,8 м). Инкубация цист проводилась в двух емкостях по 10 м³ при солёности 21-29 г/л с применением аэрации (эрлифт) и освещения в темное время суток. Температура воды была 21-28 °С, содержание растворенного кислорода – 0,3-8,8 мгО₂/л. Всего было проинкубировано 250 кг сухих цист в 10 повторностях. Качество цист: в 1 г сухого вещества – 173 тыс. цист, выклев науплиусов – 80%. Были исследованы следующие технологические параметры инкубации цист: плотность загрузки цист (2, 3 и 4 г/л), время начала инкубации (утро, день и вечер). Результаты эксперимента и выживаемость науплиусов в озере были определены на основе данных гидробиологических проб перед началом эксперимента и после. В озере Соленое в период исследований температура была в пределах 20-29 °С, содержание кислорода – 2,1-8,4 мгО₂/л.

Введение. В последние годы, благодаря стремительному развитию мировой аквакультуры с одной стороны, и расширению торгово-промышленных связей с зарубежными партнерами с другой, увеличился спрос на ценный биоресурс гипергалинных водоемов Западной Сибири - цисты рачка *Artemia*. Всевозрастающая потребность в цистах, как в незаменимом стартовом корме для большинства личинок рыб и ракообразных, обуславливает необходимость повышения ресурсного потенциала соленых водоемов России через внесение науплиусов артемии в гипергалинные водоемы.

Материал и методы исследования. Экспериментальные исследования проведены в период с 9 по 26 июля 2019 г. в Бердюжском районе Тюменской области на модельном гипергалинном водоеме Соленое (с. Окунево) (площадь 75 га, глубина 0,8 м). Исследования состояния популяции артемии в водоеме проводились с 4 июля по 28 сентября 2019 г.

Инкубация цист проводилась в период с 13 по 19 июля в двух емкостях (каркасные бассейны) по 10 м³ при солёности 21-29 г/л с применением аэрации (эрлифт) и освещения в темное время сут (4 диодных светильника мощностью 7 тыс. люкс каждый). Для работы эрлифта и освещения использовались два бензогенератора. В период инкубации температура воды была 21-28 °С, содержание растворенного кислорода – 0,3-8,8 мгО₂/л. Всего было проинкубировано 250 кг сухих цист в 10 повторностях. Качество цист: влажность – 8%, примеси (скорлупа) – 5%; в 1 г сухого вещества – 173 тыс. цист, выклев науплиусов (Н) – 80%.

Были изучены следующие технологические параметры инкубации: плотность цист (2, 3 и 4 г/л), время начала инкубации (утро, день и вечер), способ выпуска науплиусов в озеро (активный и пассивный).

Инкубация цист проводилась в соответствии с Инструкцией по использованию артемии в аквакультуре (2000). Состав среды для инкубации: пресная вода и рапа озера в соотношении 2:1. Активатор цист (3%-ная перекись водорода в количестве 0,3-0,8 мл/л) был добавлен в инкубационную среду перед загрузкой цист.

Выживаемость науплиусов определялась по соотношению подвижных и неподвижных науплиусов.

Результаты эксперимента и выживаемость науплиусов в озере были определены на основе данных гидробиологических проб перед началом эксперимента и после. В озере Соленое в период исследований температура была в пределах 20-29 °С, содержание кислорода – 2,1-8,4 мгО₂/л, прозрачность воды – 0,5-1,0 м.

Результаты исследований. Проведенные эксперименты показали, что начало инкубации сдвинутое к утренним и дневным часам способствует более высокому проценту вылупления науплиусов.

Использование для выпуска науплиусов из бассейна насос (активный выпуск) и самоизлив (пассивный выпуск) показало преимущество первого способа для сокращения сроков выпуска.

Изучение трех плотностей (2, 3, 4 г/л) загрузки цист в бассейн показало, что наилучшие результаты по вылуплению науплиусов и выживаемости наблюдается при наименьшей плотности цист.

В табл. 1 представлен результат проведенных работ по инкубации цист и инокуляции науплиусов в озеро Соленое.

Таблица 1. Результаты проведенных работ по инкубации цист и инокуляции науплиусов в озеро Соленое

Показатель	Единицы измерения	Количество
Число цист в 1 г сухого вещества	тыс.экз/г	173 000
Выклев науплиусов и эмбрионов	%	60
Число вылупившихся науплиусов и эмбрионов	тыс.экз/г	104
Гибель науплиусов во время инкубации	%	10
Количество живых науплиусов после инкубации	тыс. экз/г	90
Проинкубировано сухих цист	кг	250
Выпущено науплиусов в озеро	млрд шт.	22,5
Выживаемость науплиусов в озере в первые сут	%	20
Количество выживших науплиусов в первые сут	млрд экз/озеро	18

В табл. 2 представлены результаты выживаемости науплиусов в озере Соленое.

Таблица 2. Изменение численности рачков артемии в озере Соленое в результате инокуляции науплиусов

Показатель	Единицы измерения	Количество
Число рачков местной популяции до инокуляции науплиусов	млн экз/озеро	122,4
Число рачков на 3 августа в озере (на 12-й день от завершения работ по выпуску)	млрд/озеро	15
Итог поведенной работы	млрд рачков	14,878

В озере Соленое, благодаря малой площади, возможно было проследить вклад проведенного эксперимента на увеличение запасов цист.

На рис. 1 показана динамика численности рачков в первые 12 сут после начала эксперимента. На рис. 2 представлена динамика планктонных и бентосных цист в озере. Анализ полученных гидробиологических данных, представленных на рис. 2, показал, что численность цист в планктоне и бентосе значительно увеличились.

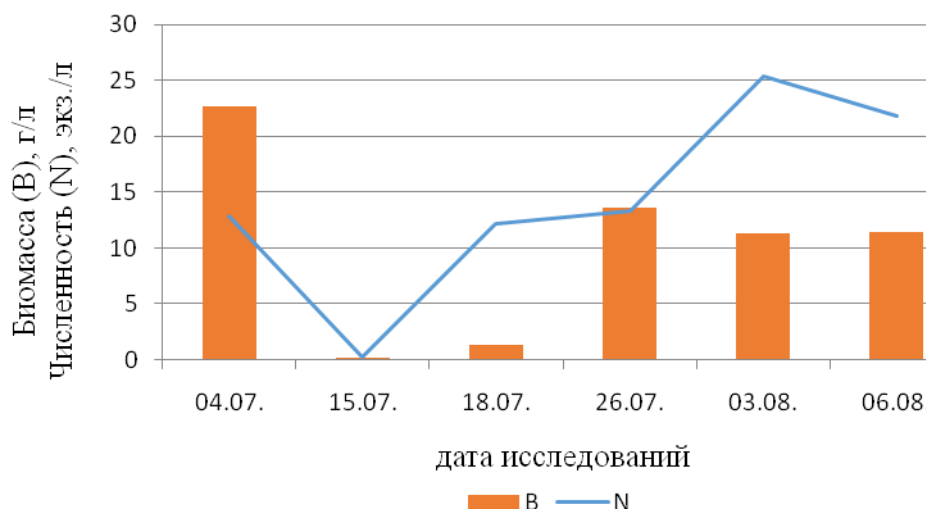


Рис. 1. Динамика численности рачков в первые 12 сут после начала эксперимента

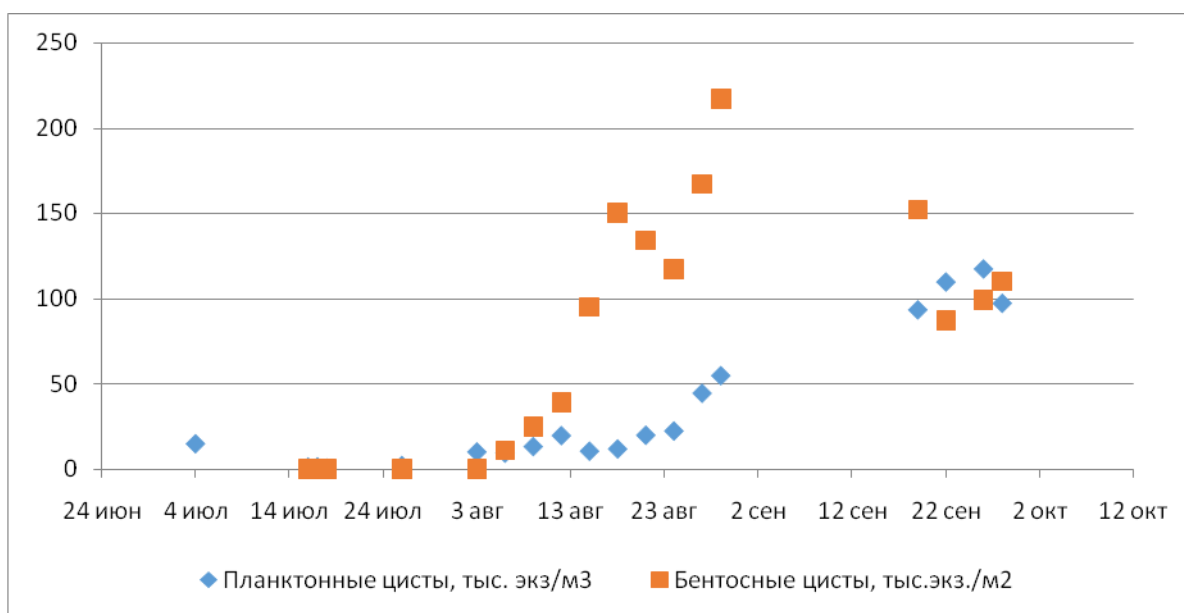


Рис. 2. Численность планктонных и бентосных цист

Выводы. 1. Проведенные эксперименты по инкубации цист артемии в полевых условиях и инокуляции науплиусов в водоем показали возможность использования этого метода повышения продуктивности гипергалинных водоемов

2. Наиболее высокие результаты по выклеву и выживаемости науплиусов при инкубации были отмечены при плотности сухих цист 2 г/л, утренней и дневной закладке цист на инкубацию и при активном выпуске науплиусов в озеро.

Список литературы

Литвиненко Л.И., Мамонтов Ю.Г., Иванова О.В., Литвиненко А.И., Чебанов М.С. 2000. Инструкция по использованию артемии в аквакультуре. Тюмень: СибрыбНИИпроект, 58 с.

Современное состояние и перспективы рыбохозяйственного использования озера Цаца

Н.В. Куценко, В.П. Горелов

Волгоградский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ВолгоградНИРО»)

e-mail: nikolaykucenko@mail.ru

Ключевые слова: озеро Цаца, кормовая база, ихтиофауна, рыбопродуктивность.

Аннотация. В работе представлены результаты проводимых мониторинговых наблюдений на озере Цаца за пятилетний период с 2015 по 2019 гг. Определен качественный и количественный состав ихтиофауны. Произведен расчет потенциальной рыбопродуктивности водоема.

Озеро Цаца относится к группе Сарпинских озер, которые представляют собой цепь преимущественно соленых водоёмов в Волгоградской области и Республике Калмыкия, расположенных вдоль правобережья Волги у подножия Ергенинской возвышенности. Его солёность значительно ниже, чем в других близлежащих озёрах, что создает более благоприятные условия для обитания гидробионтов.

Площадь озера составляет около 980 га, средняя глубина в меженный период порядка 1,9 м. Естественное водообеспечение водоёма происходит за счёт осадков и притока воды из реки Малая Тингута и балки Средняя Ластва. Периодически производится подкачка воды из реки Волги, через Райгородскую ОС.

При проведении комплексных рыбохозяйственных исследований оценивались гидрохимические характеристики водоёма, состояние кормовой базы рыб (фито-, зоопланктон и зообентос) и ихтиофауна. Сбор и обработка гидробиологического материала производились согласно методическим разработкам и указаниям, принятым в системе ГосНИОРХ (Салазкин и др., 1982; 1983).

Макрофиты. Биоценозы гидрофитов в озере Цаца представлены воздушноводными (тростник южнорусский, рогоз узколистный, сусак зонтичный) и погруженными (роголистник темно-зеленый, рдест блестящий, рдест нитчатый) сосудистыми растениями. На водоёме преобладает «бордюрный» тип зарастания. Жесткая водная растительность располагается по береговой полосе шириной 300-500 м и отдельными небольшими куртинами по открытой воде. Мягкая растительность (роголистник, рдесты) приурочена к зарослям жестких макрофитов. Ориентировочная степень зарастания жёсткой растительностью составляет порядка 20%, а «мягкой» погруженной 5% площади его акватории.

Фитопланктон. Планктонная альгофлора озера характеризуется высоким разнообразием. В отобранных пробах насчитывается присутствие 44-62 таксонов, а всего было определено 85 таксонов, относящихся к восьми отделам: синезеленым, золотистым, диатомовым, желтозеленым, криптофитовым, динофитовым, эвгленовым, зеленым. Массовыми видами являются представители синезеленых – *Anabaenopsis raciborskii* Wolosz., *Microcystis pulvereae* (Wood) Forti emend. Elenk., *Oscillatoria agardhii* Gom., *Anabaena variabilis* Kutz. и зеленых *Coelastrum astroideum* De-Notaris, *Scenedesmus acutus* Meyen. Средневегетационные количественные показатели фитопланктона за последние три года составляли в среднем 17816 тыс. кл/л и 12,14 мг/л. Озеро имеет эвтрофный трофический статус.

Зоопланктон. В составе планктона озера Цаца выявлено 35 видов зоопланктона, представленных коловратками (20 таксонов), ветвистоусыми (6 видов) и веслоногими (8 видов) рачками. В целом качественный состав водоёма представлен видами, типичными

обитателями стоячих вод, илистого дна и зарослей макрофитов. Колебания численности за вегетационный период составляют от 380,7 до 986,6 тыс. экз/м³, а биомассы – от 654,2 до 1140,3 мг/м³. В среднем по озеру численность и биомасса равнялись соответственно 435,6 тыс. экз/м³ и 865,6 мг/м³. В целом по сезонам значения численности и биомассы колебались незначительно. По значению биомассы зоопланктона оз. Цаца можно отнести к средnekормным, ближе к малокормным водоемам (Дрягин, 1956).

Зообентос. В составе донной фауны водоёма по данным проб насчитывается 76 видов и форм беспозвоночных животных. Из них 24 личинок хирономид, 11 червей (олигохеты, пиявки, нематоды), 5 видов моллюсков, 3 вида ракообразных и 33 представителей других групп (подёнки, стрекозы, жуки и прочие). Количественное развитие зообентоса характеризуется средними показателями величин. Многолетние показатели численности и биомассы донной фауны на различных участках водоёма колеблются соответственно от 1008 до 2528 экз/м² и 2,900 до 15,120 г/м², составляя в среднем 1744 экз/м², 10,540 г/м². Основу, как численности, так и биомассы составляют личинки хирономид. Расчётная величина продукции с использованием Р/В коэффициентов, создаваемого сообществом бентоса на одном квадратном метре донной поверхности оценивается в 120,472 граммов. По градации кормности данный водоём оценивается как средnekормный для рыб по зообентосу.

Ихтиофауна. В составе ихтиофауны озера Цаца выявлено присутствие 29 таксонов из 8 семейств. Наиболее многообразно представлены Карповые (18 видов); Окунёвые (3 вида); остальные семейства (Сельдевые, Бычковые, Щуковые, Колюшковые, Вьюновые и Иглобые) представлены 1-2 видами. Для характеристики обилия видов использовалась следующая шкала. Вид с очень низкой численностью, доля составляла менее 0,1% от общего вылова язь, чехонь, синец, золото карась, пестры толстолобик, белый амур, обыкновенный ерш, малая южная колюшка, бычок песочник, длиннохвостый бычок Книповича, пухлощекая рыба игла, обыкновенная щиповка, и крайне редко попадающаяся в уловах сельдь черноспинка; вид с низкой численностью, доля составляла менее 1% от общего вылова обыкновенный жерех, густера, белы толстолобик; вид со средней численностью, доля составляла до 5% от общего вылова линь, красноперка, карп, тюлька, обыкновенная щука, обыкновенный судак, речной окунь ; вид с высокой численностью, доля составляла до 25% от общего вылова лещ, плотва обыкновенная, сазан, уклейка, обыкновенная верховка, видами с очень высокой численностью, доля составляла более 25%. от общего вылова, серебряный карась (Куценко, 2019).

На рисунке представлено соотношение ихтиомассы разных видов рыб в научных ловах за последние несколько лет, имеющих промысловое значение.

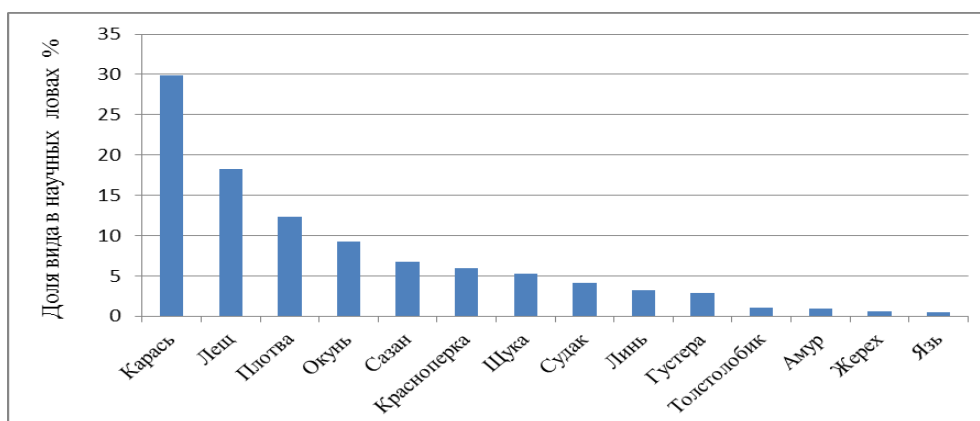


Рис. Соотношение ихтиомассы разных видов рыб в научных ловах за 2015-19 гг.

Из 29 отмеченных видов рыб наиболее многочисленны 6 видов, которые неизменно преобладают в уловах (серебряный карась, лещ, плотва, окунь, сазан).

Расчёты потенциальной рыбопродуктивности показали, что сообщества кормовых организмов не достаточно полно потребляются аборегенной ихтиофауной. Экосистема озера Цаца обладает значительным рыбохозяйственным потенциалом.

При расчёте рыбопродуктивности водоёма в качестве исходных данных использовались показатели средней биомассы кормовых организмов за последние пять лет.

Показатели биомассы планктонных организмов, определяемые в кубическом метре, приводятся к квадратному метру. При переводе биомассы кормовых организмов в продукцию применялись Р/В – коэффициенты принятые для водоёмов региона (Мирошниченко и др., 1986). Для различных групп донной кормовой базы они равны: для личинок хирономид – 12,8; для червей (олигохет и полихет) – 6,0; для ракообразных (мизид, бокоплавов, равноногих) – 8,0; для моллюсков «кормовых» – 4,8; для прочих организмов – 6,0. Для зоопланктона в целом: в стоячих водоёмах и малых водотоках – 25. Для фитопланктона в целом, с учётом суточного р/в = 0,7 и средней продолжительности вегетационного периода 200 дней, он принимался равным 170.

Таблица. Расчёт потенциальной рыбопродукции в озере Цаца.

Группа организмов	Средняя биомасса, г/м ²	Р/В	Продукция, г/м ²	Вал продукции, кг/га	Использование рыбой кг/га	Кормовой коэффициент	Рыбопродуктивность, кг
Зообентос, в т.ч.							
Хирономиды	8,61	12,8	110,21	1102,08	551,04	7	78,72
Черви	0,21	6,0	1,26	12,60	6,30	7	0,90
Ракообразные	0,02	8,0	0,16	1,60	0,80	5	0,16
Моллюски	1,13	4,8	5,42	54,24	27,12	10	2,71
Прочие	0,57	6,0	3,42	34,20	17,10	7	2,44
Всего бентос	10,54	-	120,47	1204,72	602,36		84,93
Зоопланктон	1,65	25	41,14	411,35	41,14	8	5,14
Фитопланктон	18,21	170	3095,7	30957,00	3095,7	50	61,91
Макрофиты	8000,0	-	9600,0	96000,0	9600	50	192,00

Расчеты потенциальной рыбопродукции в озере Цаца, выполненные на основе материалов 2011-2018 гг., свидетельствуют о наличии резервов для повышения рыбопродуктивности (табл.). Величина возможного годового прироста ихтиомассы, рассчитанная по кормовой базе, может составить в сумме 343,98 кг/га. Из бентосных организмов основная часть годового прироста ихтиофауны создается за счет личинок хирономид и организмов «мягкого» бентоса. Прямых потребителей фитопланктона и макрофитов в озере нет. Использование данных кормовых ресурсов возможно после проведения работ по зарыблению водоёма растительоядными рыбами. На долю фитопланктона приходится – 11,4%, рачкового планктона – 5,3%.

Список литературы

Гламазда В.В. 1982. Современное состояние зоопланктона Цимлянского водохранилища и его продукция. Сб. науч. трудов ГосНИОРХ 184, 30-34.

Дрягин П.А. 1956. Биологические основы реконструкции фауны рыб в озёрах СССР. М.; Пищепромиздат, 82 с.

Салазкин А.А., Алимов А.Ф., Финогенова Н.П., Винберг Г.Г. 1983. Зообентос и его продукция. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Л.: ГосНИОРХ – ЗИН, 52 с.

Салазкин А.А., Иванова М.Б. 1982. Зоопланктон и его продукция. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Л.: ГосНИОРХ – ЗИН. 33 с.

Куценко Н.В., Науменко А.Н., Чухнин В.А. 2019. Современны состав озера Цаца и возможные пути ее формирования. XIV Международная научно-практическая конференция «Проблемы устойчивого развития и эколого-экономической безопасности регионов». В.: изд-во ВолГУ, 159-164 с.

Мирошниченко М.П., Лапицкий И.И., Калинина С.Г. 1986. Потенциальная рыбопродуктивность Цимлянского водохранилища и пути её реализации. Сб. науч. трудов ГосНИОРХ 242, 29-41.

Салазкин А.А., Огородникова В.А. 1984. Задачи и методы изучения использования кормовой базы рыб. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. ГосНИОРХ – ЗИН, 19 с.

Исследование причин изменения численности рыбного стада в реке Томь

У.Д. Кучерявченко, И.П. Вершинина

Национальный исследовательский Томский государственный университет
e-mail: priroda@ggf.tsu.ru

Ключевые слова: экологическое состояние водного объекта, борьба с заторами, расход воды, качественный состав речных вод.

Аннотация: В статье представлен анализ возможной связи численности рыбного стада в реке Томь от производимых в период весеннего половодья взрывных работ ледяного панциря. Взрывы применяют, как превентивную меру против возникновения затора, который способен вызывать резкий подъём уровня в реке, что приводит к затоплению прибрежных населённых территорий, нарушая весь уклад жизни, нанося значительный материальный ущерб, иногда – к человеческим жертвам.

На территории Западной Сибири одной из многоводных рек является Томь, общая её протяжённость – 827 км, а площадь водосбора составляет 62 000 км², правый приток Оби (рис. 1).

Река много веков служила населению транспортной артерией, воды её использовались для питьевых и сельскохозяйственных нужд, рыболовства, а с развитием в бассейне промышленной и горнодобывающей индустрии река стала обеспечивать их нужды.

После использования речных вод на промышленные и бытовые цели, часть их вообще не возвращается в реку, а возвратная – поступает в виде сброса сточных загрязнённых вод предприятий чёрной и цветной металлургии, химической промышленности, коммунального хозяйства, сельскохозяйственной и пищевой промышленности и предприятий энергетики, расположенных в южной части Кузбасса (города Междуреченск, Мыски, Таштагол, Новокузнецк, Прокопьевск, Киселевск) и в г. Кемерово «Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды (2009)» (рис. 2).

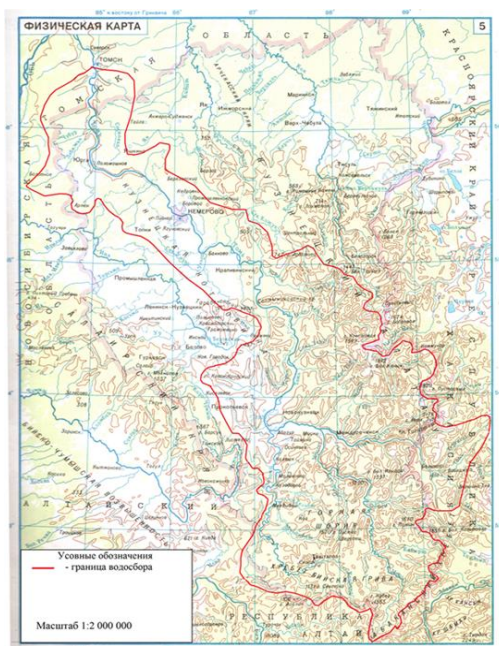


Рис. 1. Картограмма бассейна реки Томи до города Томска (Вершинина, 2018)



Рис. 2. Копия из Атласа. Карта промышленности Кузбасса (Атлас ..., 1996)

На сегодняшний день воду реки нельзя отнести к качественному неистощимому природному ресурсу. В период весеннего половодья Томь – полноводная река, в створе города Томска наблюдается максимальный расход воды до 10000 м³/с и выше, а в меженные летне-осенний и зимний периоды, общей продолжительностью около семи месяцев, сток резко уменьшается до 150÷70 м³/с и ниже «(Вершинина, 2018)».

К опасным природным гидрологическим явлениям в бассейне Томи по мнению ряда авторов (Беркович и др., 2015; Бураков и др., 2012; Земцов и др., 2014; Марусенко, 1958), относится заторный уровень периода весеннего половодья. Процессы заторообразования повсеместно встречаются в русловой сети Томи, поэтому взрывные работы проводятся в реке около каждого населённого пункта, где есть вероятность возникновения затора. Частота появления заторных уровней на реке Томи у Томска увеличилась в последние тридцать лет, но даже, независимо от возникновения заторов, взрывные работы проводятся ежегодно, с целью спокойного прохождения ледохода.

Человек всегда старается сделать безопасно и комфортно для себя, сохранить своё здоровье и местообитание, при этом не церемонится с окружающим миром. Взрывная подводная волна, которая образуется при взрыве ледяного покрова на реке, пагубно влияет на рыб. Взрыв 6 кг аммонита приводит к полной (100%) их гибели в радиусе 25 м. Поражённая при взрыве рыба тонет, у неё разрывается плавательный пузырь «Ряд авторов (Условия обитания рыб, 2014; Вершинина И. П., 2018)», а на расстоянии от эпицентра взрыва 40–45 м страдает от взрывной волны, но погибает через некоторое время, так как у рыб наблюдаются разрывы крупных кровеносных сосудов, отчего происходит внутреннее кровоизлияние.

Во время половодья 2010 г. на Томи в районе Томска общий расход взрывчатых материалов составил более 11 тонн (газета «Честное слово» от 26 февраля 2010 г.).

Анализ материалов Мониторинга, Докладов, Государственных отчётов о состоянии и охране окружающей среды Томской и Кемеровской областей Департаментов природных ресурсов и охраны окружающей среды “В ряду публикаций Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области (2015)»; Доклад «О состоянии окружающей среды Кемеровской области (2006-2010); Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2010 году (2011)” позволил сделать следующие выводы:

1. Рыбное стадо в Томи страдает от некачественной воды в реке, в границах и Томской, и Кемеровской областей, так как показатель удельного комбинаторного индекса загрязнённости поверхностных воды (УКИЗВ) за последнее десятилетие колеблется в пределах 2÷3 единиц, что соответствует классам качества 3 «А», 3 «Б», то есть загрязнённой и очень загрязнённой воде, только в верховьях Томи, в районе п. Тебавода характеризуется как «слабо загрязнённая», класс качества 2.

2. Отчётность, предоставляемая Департаментами по рыбным запасам, показывает высокие цифры прироста и промысловой добычи рыбы, в пределах Томской области – это преимущественно ресурсы Оби, пойменных и таёжных озёр, в Кемеровской – водохранилища в бассейне по искусственному выращиванию рыбы, и ни слова о рыбном поголовье в самой Томи.

3. Вред, наносимый явно немногочисленному рыбному поголовью в самой Томи, от весенних взрывных работ, никем подробно не изучался. Деньги из бюджета на охрану водных объектов ежегодно выделяются немалые и идут частично на выращивание мальков, для восстановления водного биоресурса. Видимо, стоит Департаментам природных ресурсов и охраны окружающей среды рекомендовать областным администрациям и руководству местных отделений МЧС обратить внимание на другие методы борьбы с заторами.

Список литературы

- Атлас Кемеровской области. 1996. ПО «Инженерная геодезия» Роскартографии; Новосибирск, 32 с.
- Беркович К.М., Вершинин Д.А., Земцов В.А., Рулёва С.Н., Сурков В.В., Фролова Н.Л. 2015. Ледовый и русловой режим нижнего течения реки Томи. Эрозионные и русловые процессы: сб. науч. тр. Межвузовский научно-координационный совет по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов при МГУ имени М.В. Ломоносова. М.: Географический факультет МГУ, 348 с.
- Бураков Д.А., Космакова В.Ф. 2012. Метод прогноза максимальных уровней весеннего половодья реки Томи у г. Томск и результаты его применения на практике. Климатология и гляциология Сибири: матер. Междунар. научно-практич. конф. Томск: Изд-во ЦНТИ, 53–55.
- Вершинина И.П. 2018. Геоэкологические условия формирования стока и прогнозы характеристик весеннего половодья реки Томи у города Томска : дис. ... канд. геогр. наук Томск, 220 с.
- Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2015 году» / глав. ред. С.Я. Трапезников, редкол.: Ю.В. Лунева, Н.А. Чатурова; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». Томск : Дельтаплан, 156 с.
- Доклад «О состоянии окружающей среды Кемеровской области в 2006–2018гг.» Электронный ресурс <http://ecokem.ru/doklady-o-sostoyanii-okruzhayushhej-sredy-kemerovskoj-oblasti/>
- Земцов В.А., Вершинин Д.А., Инишев Н.Г. 2014. Имитационное моделирование заторов (на примере р. Томь, Западная Сибирь). Лёд и Снег 3, 59–68.
- Марусенко Я.И. 1958. Ледовый режим рек бассейна Томи. Томск: Изд-во ТГУ, 217 с.
- Условия обитания рыб [Электронный ресурс] // F-rid. – Электрон. дан. – URL: <http://www.fgids.com/manual/112/688/> (дата обращения: 10.10.2014).
- Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2010 году. 2011. Авторы: Гл. ред. А.М. Адам, редкол.: В.А. Коняшкин, С.Н. Воробьев, Ю.В. Лунева; Департамент природн. ресурсов и охраны окружающ. среды Том. обл., ОГУ «Облкомприрода». Томск: Издательство «Графика ДТР», 144 с.

Изменение результатов биотестирования при различных условиях постановки опытов

А.М. Лазарева, В.И. Ипатова

МГУ имени М.В. Ломоносова, Биологический факультет
e.mail: viipatova@hotmail.com

Ключевые слова: *Scenedesmus quadricauda*, алюминий, токсичность.

Аннотация: Изучено влияние $AlCl_3$ на культуру микроводоросли *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Vreb. методом биотестирования на среде Успенского № 1 и озерной воде. Исследовано изменение результатов биотестирования в зависимости от начальной плотности посадки культуры. Оценена токсичность алюминия по величине LK_{50} за 3 сут. На природной воде токсичность $AlCl_3$ ниже, чем на среде Успенского. С увеличением начальной плотности популяции токсичность алюминия снижается.

По данным Толпешта (2012) концентрация токсичных соединений алюминия в поверхностных водах увеличивается при антропогенном подкислении. Это явление негативно сказывается на жизнедеятельности растительных и животных организмов (Олькова, 2015). Поэтому возникает необходимость оценки его токсичности для наиболее уязвимых гидробионтов, в частности организмов фитопланктона.

В связи с этим целью работы являлось изучение токсического действия $AlCl_3$ на культуру *Scenedesmus quadricauda* методом биотестирования.

Культуру выращивали в стандартных условиях. Развитие вида изучали в норме и при добавлении токсиканта на среде Успенского № 1, приготовленной на дистиллированной воде и озерной воде (из региона Южных Хибин) с добавками питательных солей.

В первом случае исследовали концентрации в диапазоне от 0,1 до 20 мг/л, во втором – в более широком диапазоне – до 100 мг/л в расчете на соль. Опыты проводили в трех повторностях длительностью 21 сут. Основным показателем состояния культуры служило изменение численности клеток.

Реакция культуры на токсическое воздействие $AlCl_3$ носит фазный характер с чередованием фаз стимуляции и угнетения.

В диапазоне концентраций 0,4-50 мг/л начальный рН изменялся в пределах 6,5-7,2, а в процессе роста увеличивался и практически не отличался от контроля. Начальный рН в среде с добавкой 100 мг/л составлял 4,5 и на протяжении всего опыта увеличивался незначительно.

По данным острого опыта была рассчитана полуэффективная концентрация (LK_{50}), вызывающая 50% снижение численности за 3 сут, равная 7,9 в расчете на Al^{3+} . В соответствии с принятой классификацией по степени острой токсичности для *S. quadricauda* $AlCl_3$ можно отнести к среднетоксичным веществам.

По результатам двух опытов максимально допустимой концентрацией следует считать 0,04 мг/л в расчете на ион Al , что соответствует значению ПДК для рыбохозяйственных водоемов. А минимально действующие концентрации токсиканта на обеих средах были близки.

Однако в диапазоне концентраций от 1 до 20 мг/л на среде Успенского после 8 сут наблюдалось угнетение роста, а на природной воде рост культуры был на уровне контроля или даже превышал его.

Это может быть связано с присутствием в природной воде фона других элементов, снижающих токсичность алюминия вследствие их взаимодействия по типу антагонизма.

В третьем опыте действие 50 мг токсиканта на литр оценивали при начальных плотностях 25, 100, 500 тыс. и млн. кл/мл. При этом дозы токсиканта на одну клетку составили 20, 5, 1 и $0,5 \cdot 10^{-7}$ мг/кл соответственно.

Контролем служил рост культуры с аналогичными исходными численностями без токсиканта.

Чем меньше начальная численность, тем сильнее происходило угнетение роста в начале опыта. Затем численность во всех случаях постепенно увеличивалась. И при высоких начальных плотностях к концу опыта приближалась к уровню контроля.

Таким образом, чем больше начальная численность популяции, а, значит меньше доза токсиканта на клетку, тем в меньшей степени проявлялся токсический эффект.

Выводы.

1. Реакция культуры *Scenedesmus quadricauda* на токсическое воздействие хлорида алюминия по показателю численности клеток носит фазный характер с чередованием стимуляции и торможения роста.

2. Полуэффективная концентрация ЭК₅₀ за 3 сут составляет 7,9 мг Al³⁺/л, а максимально допустимая для *Scenedesmus quadricauda* как на среде Успенского, так и на природной воде – 0,04 мг Al³⁺/л. По степени токсичности для *S. quadricauda* хлорид алюминия можно отнести к среднетоксичным веществам (ЭК₅₀ от 10 до 1,0 мг/л).

3. На озерной воде малые концентрации (0,1 и 0,4 мг/л) AlCl₃ не оказывают токсического воздействия на рост культуры, средние (1-25 мг/л) - вызывают слабое угнетение по сравнению с контролем и торможение деления клеток (до 4 сут), а затем стимуляцию роста. А высокие (100 мг/л) – массовую гибель клеток и/или длительное торможение деления живых клеток (50 и 100 мг/л), способных со временем восстанавливать численность популяции.

4. Состав среды выращивания культуры влияет на проявление токсичности AlCl₃. На среде Успенского токсичность алюминия выше по сравнению со средой, приготовленной на озерной воде. В природной воде токсичность AlCl₃ снижает присутствие фона дополнительных элементов вследствие их взаимодействия по типу антагонизма.

5. С увеличением начальной плотности популяции от 25 тыс. до 1 млн. кл/мл токсичность AlCl₃ падает. Биотестирование с начальной плотностью более 10⁵ кл/мл может значительно недооценивать токсичность веществ.

Список литературы

Олькова А.С. 2015. Сравнение чувствительности тест-организмов *Daphnia magna* и *Ceriodaphnia affinis* к соединениям алюминия. Успехи современного естествознания 11, 203-205.

Толпешта И.И. 2012. Соединения алюминия в поверхностных водах и почвах различных экосистем южной тайги верхней части бассейна р. Межи. Водные ресурсы 39 (1), 99-110.

Летняя кета р. Поронай (о. Сахалин): сохранение, охрана, воспроизводство

А.Е. Лапшина¹, Ю.И. Игнатъев¹, Л.А. Животовский²

¹Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»), г. Южно-Сахалинск

²Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН, г. Москва

e-mail: cherevataya@gmail.com, pices@yandex.ru

Ключевые слова: летняя кета, Поронай, экологические расы, сезонные расы, динамика вылова, Красная книга.

Аннотация: Летняя кета р. Поронай о. Сахалин – объект с генетически подтвержденным статусом уникального. Ее запасы в настоящее время невелики и нестабильны, а она сама активно облавливается в период преднерестовой миграции. В работе приведен комплекс мер, необходимых для сохранения и восстановления ее численности, вплоть до возможности включения в региональную Красную книгу.

Вид *Oncorhynchus keta* обладает весьма внушительным нерестовым ареалом, включающим оба побережья северной части Тихого океана от Японии и Южной Кореи на западе и до р. Сан-Лоренсо в Калифорнии на востоке (Берг, 1948; Sano, 1966; Смирнов, 1975; Salo, 1991). Такое широкое распространение кете обеспечивает ее чрезвычайно высокая экологическая пластичность (Лапшина и др., 2016).

Приспосабливаясь к разнообразию условий пригодных для воспроизводства водотоков, ее популяции вырабатывают ряд признаков и черт, позволяющих более полно использовать их ресурсы и достигать нерестилищ в максимально подготовленном для нереста состоянии. К таким признакам относятся экстерьер, степень зрелости гонад и выраженности брачных изменений при подходе к устью реки, темпы «дозревания» по мере продвижения вверх по руслу, число позвонков в позвоночном столбе и лучей в плавниках (что влияет на скорость рыбы и эффективность ее противостояния течению), объемы жировых запасов, необходимые для достижения нерестилищ и т.д. В ходе эволюционных процессов эти признаки постепенно закрепляются генетически и становятся специфическими для тех или иных популяций (Животовский, 2016).

В рамках подобных адаптивных изменений у кеты сформировались экологические и сезонные расы (Солдатов, 1912; Берг, 1932, 1934, 1948; Леванидов, 1968; Никольский, 1980; Гриценко, 2002 и др.), что позволяет ей использовать разные гидрологические типы нерестилищ в пределах речного бассейна (Иванков и др., 2010; Иванков, Иванкова, 2013) и осуществлять эмбрионально-личиночное развитие в разных температурных условиях (что требует работы соответствующих ферментных систем и, следовательно, также должно быть генетически обеспечено – Jonsson, Jonsson, 2014; Rungruangsak-Torrissen et al., 1998; Toyota et al., 2007).

Так, осенняя кета р. Амур и р. Поронай (о. Сахалин) использует для нереста участки речного дна с выходами грунтовых вод, тогда как летняя предпочитает воды подруслового потока (Берг, 1948; Двинин, 1949, 1952; Гриценко, 2002). Долгое время считалось, что соответствующие расы кеты Амура и Пороная имеют общее происхождение, так как обе реки являются остатками системы древнего Палеоамура (Линдберг, 1972). Однако генетические исследования, проведенные в 2013-2014 гг., дали неожиданный результат. Анализ микросателлитных ДНК-маркеров показал, что адаптивная дивергенция сезонных рас кеты Амура началась гораздо раньше и достигла больших различий, чем у кеты Пороная (Животовский и др., 2017), то есть формирование летней и осенней рас кеты в этих речных системах происходило независимо.

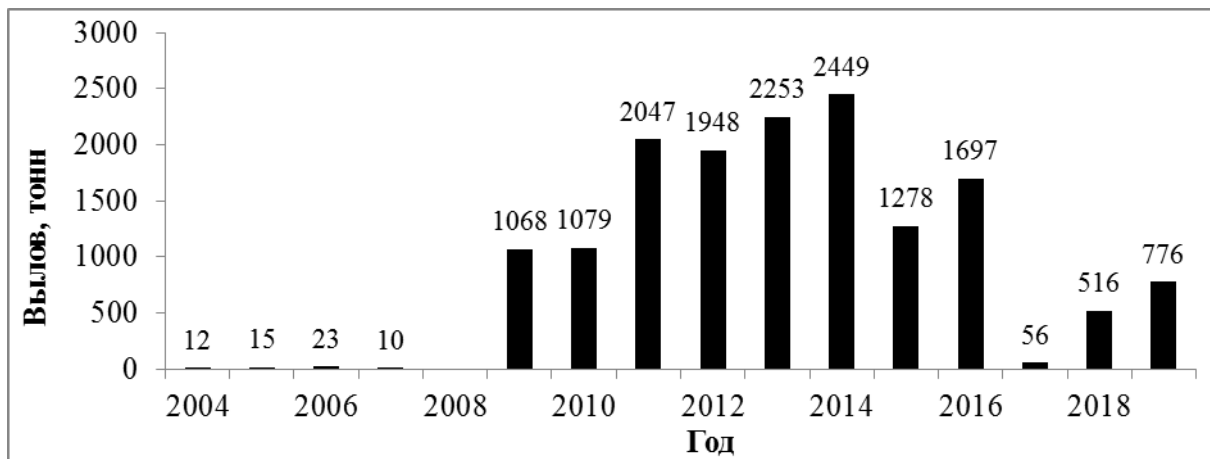


Рис. 1. Динамика вылова летней формы кеты в северной части зал. Терпения

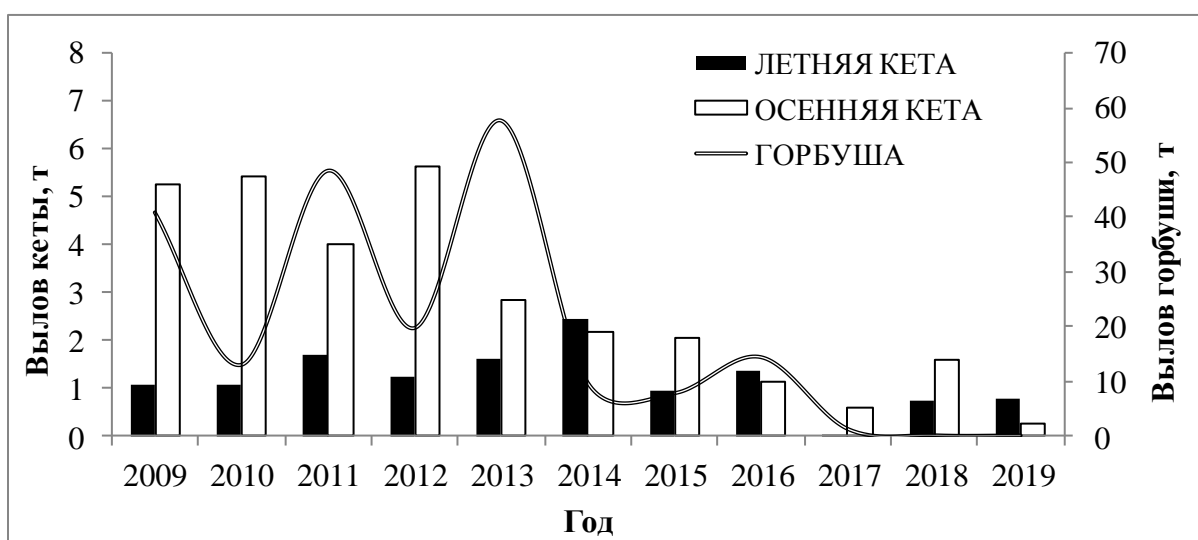


Рис. 2. Динамика вылова тихоокеанских лососей в северной части зал. Терпения

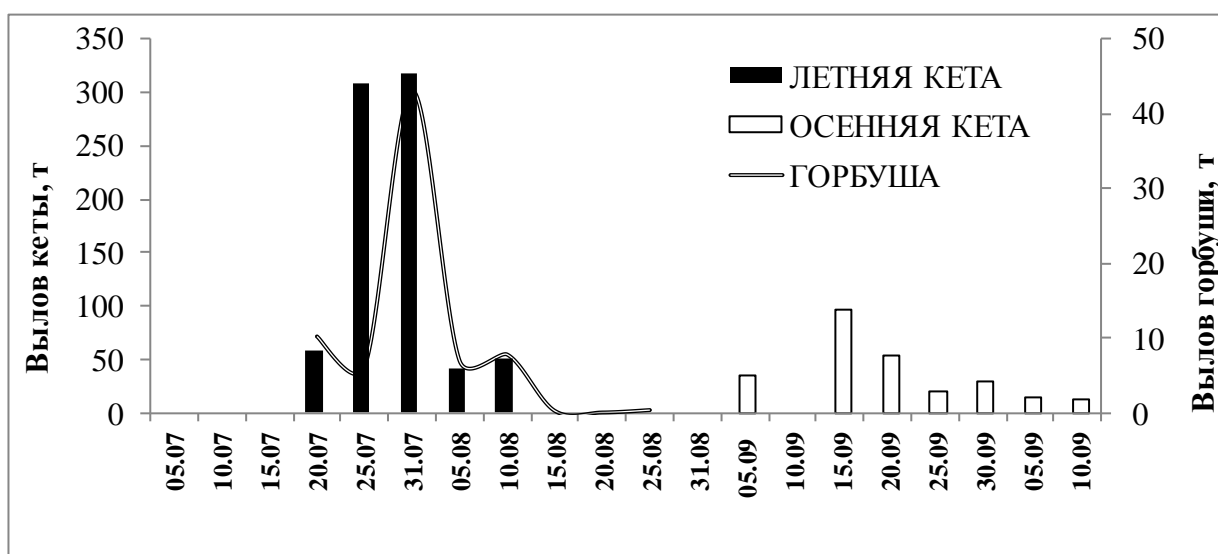


Рис. 3. Динамика выловов тихоокеанских лососей в северной части зал. Терпения в 2019 г.

В литературе имеются указания на то, что ранее сахалинская летняя кета была распространена значительно шире, чем сегодня: так, Л.С. Берг (1932) упоминал местом ее нереста не только р. Поронай, но и р. Тымь, а также реки Курильских островов, П.А. Двинин (1952) сообщает, что, по опросным данным, летняя кета успешно облавливалась в Невельском районе о. Сахалин. С 30-х годов прошлого века область распространения летней кеты в Сахалино-Курильском регионе существенно сократилась – сегодня она массово нерестится лишь в бассейне р. Поронай о. Сахалин.

Всю вторую половину прошлого века состояние ее запасов можно характеризовать как депрессивное, лишь в первой половине 70-х годов наблюдался небольшой подъем ее численности (Гриценко, 2002). В первые годы нового тысячелетия летняя кета отсутствовала в сводках промысловой статистики зал. Терпения и появилась в них лишь с 2004 г. (рис. 1). Резкий скачок ее уловов в 2009 г., на наш взгляд, обусловлен легализацией уловов летней кеты при промысле горбуши. С 2009 г. по 2016 г. уловы летней кеты были относительно стабильны, но в 2017 г. наблюдалось их резкое падение. Такой же обвал уловов наблюдался в 2017 г. у некоторых крупных региональных группировок горбуши и осенней кеты Сахалино-Курильского региона, что, на наш взгляд, указывает на естественные причины данного явления.

В последние два года наметился тренд на восстановление запасов летней кеты, но на фоне снижения запасов горбуши в северной части зал. Терпения основной пресс промысла, в том числе и браконьерского лова, переместился на первую. Так, в период 2009-2017 гг. доля летней кеты в общем улове тихоокеанских лососей в заливе варьировалась в пределах 2-17%, составляя в среднем 6% (рис. 2). В 2018 и 2019 гг. доля летней кеты в промысле составила соответственно 31 и 69%. Более того, по итогам 2019 г. она стала основным промысловым объектом в заливе Терпения (рис. 3).

Тревога о судьбе поронайской летней кеты небеспочвенна. В ретроспективе мы уже наблюдали, как состояние запасов этого стада может на десятилетия погрузиться в депрессию. Река Поронай в силу своей протяженности (350 км) и наличия большого количества подъездных путей активно облавливается браконьерами. Кроме того, промысел горбуши в заливе Терпения приводит к активному вылову летней кеты по причине совпадения сроков их нерестового хода.

Никакого охранного статуса летняя кета сегодня не имеет. На местном уровне периодически предпринимаются попытки стабилизировать ее численность путем ограничения вылова горбуши на участке в 3-5 км левее и правее устья Пороная, однако реализовать эту инициативу последние десять лет удается не ежегодно, а активная браконьерская деятельность в заливе Терпения и вовсе сводит ее к нулю.

Еще одной мерой, призванной сохранить летнюю поронайскую кету, является ее искусственное воспроизводство, организованное Сахалинским филиалом ФГБУ «Главрыбвод» на Побединском рыбозаводе (р. Поронай) с 2010 года. Закладки икры там, однако, также осуществляются не ежегодно: отловить производителей летней кеты в Поронае удается не всегда (лов осуществляется в основном русле в районе расположения завода, в 140 км от устья). В период с 2010 по 2018 года завод осуществил закладку на инкубацию икры летней кеты пять раз в объемах от 200 тыс. шт. до 1,3 млн. Эффективность этих работ пока не получила своей оценки.

Предпринимаемых мер по регулированию промысла и воспроизводству поронайской летней кеты, очевидно, недостаточно для сохранения ее численности. Между тем, игнорирование этой проблемы только усугубляет и без того нестабильную ситуацию с ее запасом.

Мы считаем, что в случае, когда речь идет о сохранении единственной на острове популяции с генетически подтвержденным статусом уникальной, необходим полный комплекс мер по ее защите, вплоть до включения в региональную Красную книгу. Поронайская популяция летней кеты полностью соответствует критериям такого включения в силу крайне ограниченного числа местонахождений и нерестовой миграции в бассейн

только одной реки, а также является уязвимым объектом в связи с активным промыслом горбуши в заливе Терпения и высокой браконьерской активностью в реке и заливе.

Данная мера, без сомнения, является кардинальной, и может быть применена лишь в случае, если будут неэффективны все иные меры сохранения численности летней поронайской кеты. Во избежание необходимости ее применения нужна планомерная и одновременная реализация комплекса следующих усилий:

- увеличение объёмов искусственного воспроизводства летней кеты на регулярной основе (с обязательным маркированием отолитов выпускаемой молоди) на базе Побединского ЛРЗ;

- ограничения промысла лососей на участке побережья по 3-5 км северо-восточнее и юго-западнее устья р. Поронай в период основного хода летней кеты (июль –10 августа), а также введение проходных дней;

- усиление рыбоохранной деятельности в период хода летней кеты;

- организация регулярного мониторинга численности производителей летней кеты на участках ее массового нереста.

Список литературы

Берг Л.С. 1932. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран.Т.1. Л.: ВНИОРХ, 543 с.

Берг Л.С. 1934. Яровые и озимые расы у проходных рыб. Известия АН СССР. Сер.мат. и естеств. Наук 5, 711–732.

Берг Л.С. 1948.Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран Ч.1. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 467 с.

Двинин П.А. 1952. Лососи Южного Сахалина. Изв. ТИНРО 37, 69-108.

Гриценко О.Ф. 2002.Проходные рыбы острова Сахалин. Систематика, экология, промысел. М.: ВНИРО, 248 с.

Животовский Л.А. 2016. Популяционная структура вида: эко-географические единицы и генетическая дифференциация популяций. Биология моря 42, 323-333.

Иванков В.Н., Иванкова Е.В. 2013. Внутривидовые репродуктивные стратегии у тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* (фундаментальное сходство и видовые различия). Известия ТИНРО 173, 103-118.

Иванков В.Н., Иванкова Е.В., Кульбачный В.Н. 2010. Внутривидовая экологическая и темпоральная дифференциация у тихоокеанских лососей. Эколого-темпоральные расы и темпоральные популяции кеты *Oncorhynchusketa*.Известия ТИНРО 163, 91-105.

Лапшина А.Е., Животовский Л.А., Зеленников О.В. 2016. Экологическая пластичность вида *Oncorhynchus keta* (Walb.) на примере сезонных рас о. Сахалин. Океанологические исследования: материалы VII конф. молодых ученых. Владивосток,168-170.

Леванидов В.Я. 1968. О гидрологическом режиме нерестилищ кеты и горбуши. Известия ТИНРО 64, 101-125.

Линдберг Г.У. 1972. Крупные колебания уровня океана в четвертичный период. Л.: Наука, 548 с.

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

Смирнов А.И. 1975. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. М.: Изд-во МГУ, 336 с.

Солдатов В.К. 1912. Исследования биологии лососевых Амура. Рыбные промыслы Дальнего Востока 7, 223 с.

JonssonB., Jonsson N. 2014. Early environment influences later performance in fishes. Journal of Fish Biology 85(2), 151-188.

Rungruangsak-Torrissen K., Pringle G.M., Moss R., Houliha D.F. 1998. Effects of varying rearing temperatures on expression of different trypsin isozymes, feed conversion efficiency and growth in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Fish Physiology and Biochemistry 19(3), 247-255.

Salo E.O. 1991. Life history of chum salmon (*Oncorhynchus keta*). In Pacific Salmon Life Histories (edited by C. Groot and L. Margolis). UBC Press, Vancouver, 231-310.

Sano S. 1966. Salmon of the North Pacific ocean. Part III. A review of the life history of North. Pacif. Fish. Commiss 18, 37-41.

Toyota E., Iyaguchi D., Sekizaki H., Itoh K., Tanizawa K. 2007. Kinetic properties of three isoforms of trypsin isolated from the pyloric caeca of chum salmon (*Oncorhynchus keta*). Biological and Pharmaceutical Bulletin 30(9), 1648-1652.

Использование потребительских мультироторных дронов в морских и речных исследованиях

С.Д. Левашов

ФГБНУ "ВНИРО", г. Москва
email: Sergey.D.Levashov@gmail.com

Ключевые слова: БПЛА, дрон, квадрокоптер, фэротосъемка, дистанционный мониторинг, окружающая среда.

Аннотация: Рассматриваются основные аспекты использования мультироторных дронов для морских и речных исследований.

Введение. Стремительное развитие технологий за последние годы раскрыло перед исследователями большое количество возможностей и инструментов. Один из таких инструментов – это беспилотные летательные аппараты, способные действовать в автоматическом режиме (БПЛА), а также дистанционно пилотируемые (ДПЛА), которые также часто называют беспилотниками, дронами, а в терминологии Росавиации — беспилотными воздушными судами (БВС). Для работы с расстояниями порядка километров, БПЛА являются отличной недорогой альтернативой самолетам, а планировать подходящее время работы можно не дожидаясь малой облачности, определенной даты и времени полета, как в случае со спутниками. Относительно низкая высота полета, соответствующая ей площадь обзора и хорошее пространственное разрешение получаемых изображений — основные отличительные особенности этого метода.

Сейчас выделяют два основных типа беспилотных летательных аппаратов. БПЛА с неподвижным крылом (планерного типа) в большинстве своем могут преодолевать расстояния в десятки километров и находиться в воздухе от десятков минут до нескольких часов и подходят для работы с объектами, занимающими большую площадь. Для взлета требуют набора скорости, не могут зависать на месте, для посадки требуется специально подготовленное место или дополнительные условия. Существуют разные модели, но все они выпускаются малыми тиражами, в стоимость включена существенная доля затрат на разработку. Размеры крыльев и вес конструкции в большинстве случаев отрицательно сказываются на удобстве перевозке и эксплуатации. Второй тип — с движущимся крылом, чаще всего мультироторные БПЛА (квадрокоптеры, гексакоптеры, октокоптеры итд). Основные преимущества этого типа заключаются в том, что такие БПЛА не требуют подготовленной взлетной площадки, могут зависать на месте, а управлять им могут даже не специалисты. Время полета обычно ограничено 20-35 мин, а дальность 4-8 км. Небольшие мультироторные дроны подходят для решения большинства задач, не требующих большой дальности, либо которые можно разделить на несколько полетов. За последнее десятилетие рынок мультироторных БПЛА пережил настоящий бум, появилось большое количество недорогих аппаратов потребительского уровня. Среди всего многообразия особенно выделяется компания DJI, выпускающая несколько удачных технически продвинутых решений в таких количествах, что вокруг образовалось большое сообщество с учебными видео, подсказками, форумами, доступными запчастями, моделями для 3D-печати дополнительных деталей.

Выбор типа БПЛА. Отличие продвинутого мультироторного БПЛА, способного быть инструментом исследователя, от дешевой детской игрушки очевидно не всем. В первую очередь это наличие на борту спутникового приемника (GPS, ГЛОНАСС, Beidou, Galileo), позволяющего аппарату в автоматическом режиме удерживать себя в нужной точке пространства. Постоянное подруливание и корректировка своего положения требует наличия

стабилизированного подвеса для камеры, который также позволяет управлять направлением съемки. А наличие постоянной видео связи в реальном времени позволяет направлять камеру точно на объекты интереса и корректировать полет в зависимости от изменяющейся ситуации. Также современные БПЛА позволяют выполнять полет по заранее заданному маршруту в полностью автоматическом режиме, например для площадной аэрофотосъемки.

Наиболее современные камеры позволяют записывать качественное 4К видео и делать очень четкие изображения с широким динамическим диапазоном. Это важно для последующей работы с отснятым материалом, так как во время полета не всегда можно разглядеть объект интереса, а широкий динамический диапазон позволит «вытянуть» информацию из слишком темного или слишком светлого участка фотографии в случае неудачной экспозиции.

Кроме обычных камер сейчас относительно недорого можно купить решения со встроенным тепловизором, изображение с которого также передается в реальном времени по видеоканалу. Маленький легкий тепловизор на дроне не сможет дать хорошего разрешения, но на помощь приходят технологии, позволяющие совместить видимое изображение и термограмму, получив более детализированное и читаемое изображение, позволяющее заметить больше подробностей. Некоторые более дорогие БПЛА позволяют использовать лидары и систему дифференциальной коррекции спутниковых координат, достигая сантиметровой точности позиционирования и измерений.

Примеры использования в морских и речных исследованиях. Основное и самое распространенное использование БПЛА заключается в возможности получить изображение объектов изучения с высоты. Особенно полезно это в случае труднодоступных объектов, например заболоченных берегов рек, затопленных объектов, либо в случае подводных объектов, которые гораздо лучше видны под прямым углом к поверхности, чем под острым с уровня наблюдателя. Это может быть визуальная оценка объекта исследования, построение трехмерной модели, картографирование и районирование прибрежных и речных экосистем (Harris, Nelson et al., 2019); наблюдение за поведением и учет морских млекопитающих (Johnston, 2019); оценка численности лосося (Whitehead, Hugenholt et al., 2014); построение 3D-моделей и оценка среды обитания речных рыб (Kalacska, Lucanus et al. 2019); прибрежная и речная батиметрия в тех местах, где это позволяет прозрачность и дно (Ahn, Oh et al., 2019); обследование и наблюдение за изменением ледников (Whitehead, Hugenholt et al., 2014); оценка характеристик ледовой обстановки на реках (Банщикова, Банщиков, 2018) и на море (Титов, Ващук и др., 2019); картографирование и трехмерное моделирование коралловых рифов, в том числе с помощью технологий жидкостного линзирования (Johnston, 2019); изучение русловых и геоморфологических процессов, опасных гидрологических явлений, гляциологических процессов, выявление и оценка экологических проблем (Гагаринова, 2018; Casado, Gonzalez et al., 2015). Немаловажная область применения, это визуальное наблюдение за окружающей обстановкой в целях обеспечения безопасности исследовательских работ.

Становится реальностью и применение дронов для измерений параметров приповерхностного слоя воды контактными методами с промежуточными посадками на воду для измерения температуры, электропроводности, растворенного кислорода и pH (Koragan, Kos et al., 2018)

Также на дронах уже используются мультиспектральные датчики, например для изучения распределения сублитеральной растительности (Tait, Bind et al., 2019), а в сельскохозяйственном секторе появились решения для переделки недорогих потребительских дронов типа Phantom 3 на мультиспектральные камеры для расчета вегетационного индекса (нормализованный относительный индекс растительности NDVI).

Особенности использования на море и реках. Использование дронов на море и вблизи водных объектов имеет свою специфику, которую стоит учитывать заранее для того, чтобы минимизировать вероятность утраты или порчи оборудования. В первую очередь надо понимать, что в случае возникновения внештатных ситуаций над сушей, большинство продвинутых дронов просто автоматически сядет на землю. В случае с водной поверхностью

это почти всегда потеря дрона. Перед первым использованием дрона над водной поверхностью или рядом с водными объектами рекомендуется провести несколько тренировочных полетов над пустыми участками земли с достаточным пространством для полетов. Изучить настройки, проверить работу автоматического возврата в точку взлета при потере связи. Такие дроны как DJI Mavic и Phantom при некотором опыте можно запускать и ловить рукой, что может оказаться важным при использовании в сложных условиях, например при волнении. Также важно заранее опробовать разные режимы управления дроном, включая полностью ручной на случай возможных проблем с определением координат или работой компаса.

Современные дроны могут очень точно удерживать себя в пространстве и корректировать направление камеры даже при сильных порывах ветра. Изображение на пульте у оператора остается стабильным, это может вызвать ложное впечатление, что наверху все спокойно, и непонимание, почему аккумулятор уже садится, не проработав и половины запланированного времени. Вполне возможна ситуация, когда при существенном ветре оператор отправляет дрон на разведку в направлении по ветру, а когда остается половина заряда, разворачивает его в обратную сторону. Довольно быстро становится понятно, что энергии на такое же расстояние, но против ветра не хватит. Когда остается минимальное количество энергии, дрон включает автоматическую процедуру посадки уже где придется, как есть. В случае с поверхностью воды это опять приведет к утрате дрона.

При запуске дрона с движущегося объекта (автомобиля/лодки/судна) важно заранее проверить настройки автоматического возврата при потере связи. Так как если связь прервется даже кратковременно, дрон может включить процедуру возвращения к точке взлета, которая может к тому времени уже оказаться в противоположном направлении от оператора, таким образом, связь прервется безвозвратно.

Учитывая особенности работы дронов, важно проявлять повышенное внимание при полетах в зонах магнитных аномалий или присутствия большого количества металла. Возможны ошибки в работе встроенного компаса и внезапные движения дрона в неожиданных направлениях. В таких ситуациях может оказаться решающим умение управлять дроном в ручном режиме.

При выполнении взлета, посадки и в опасных ситуациях рекомендуется держать дрон направленным камерой от себя. Таким образом, чтобы направление лево/право и вперед/назад дрона соответствовало движению стиков на пульте. Особенно это актуально при посадке в ручном режиме на движущийся объект.

При облетах больших объектов (например, судов) надо учитывать, что с другой стороны от оператора связь с большой вероятностью пропадет. Важно, чтобы в настройках высота возврата на точку взлета была выставлена достаточная для свободного пролета над объектом. Ведь если связь прервется, дрон может начать возвращаться к точке взлета по прямой.

Используя дрон, важно не забывать о его влиянии на окружающую экосистему. Шум винтов и его тень на земле может потревожить животных, оказать нежелательное воздействие на их поведение. Некоторые виды птиц могут проявлять интерес к дрону, а в отдельных случаях и агрессию. Нежелательно приближение к животным с детенышами, местам скопления птиц, преследование и намеренное влияние на их поведение.

Заключение. Рынок потребительских дронов развивается быстрыми темпами, появляются все более качественные или дешевые решения. Те задачи, которые вчера казались неразрешимыми, выполняются дронами уже сегодня. Разумное и продуманное использование дронов может сэкономить огромное количество времени и ресурсов. Пользу от современных роботов в воздухе сложно переоценить. Тем не менее, опасность использования БПЛА часто бывает недооценена, в том числе из-за слабого представления о принципах работы дрона. Пренебрежительное отношение к правилам безопасности может привести к повреждениям имущества и человеческим травмам. Существует большое количество видео, где в результате различных ошибок в управлении происходят крушения

дронов. Изучение чужих ошибок и ответственное управление дроном способствуют безопасному полету и принятию верных решений в сложных ситуациях.

Список литературы

Банщикова Л.С., Банщиков А.А. 2018. Оценка характеристик ледовой обстановки на реках с помощью беспилотного летательного аппарата. Применение беспилотных летательных аппаратов в географических исследованиях, 16-20.

Гагаринова О.В. 2018. Использование беспилотных летательных аппаратов в гидрологических исследованиях. Применение беспилотных летательных аппаратов в географических исследованиях, 51-54.

Сазанов А.М. и др. 2019. О разработке интеллектуальной системы видеомониторинга морского пространства Арктического региона. Морские интеллектуальные технологии, 2 (2), 116-128.

Ahn K. et al. 2019. Passive Remote Sensing Using Drone and HD Camera for Mapping Surf Zone Bathymetry. International Conference on Asian and Pacific Coasts. Springer, Singapore, 487-494.

Casado M. et al. 2015. Automated identification of river hydromorphological features using UAV high resolution aerial imagery. Sensors 15 (11), 27969-27989.

Harris J. M. et al. 2019. Use of Drones in Fishery Science. Transactions of the American Fisheries Society 148 (4), 687-697.

Johnston D.W. 2019. Unoccupied aircraft systems in marine science and conservation. Annual review of marine science 11, 439-463.

Kalacska M. et al. 2019. UAV-Based 3D Point Clouds of Freshwater Fish Habitats, Xingu River Basin, Brazil. Data 4 (1), 9.

Koparan C. et al. 2018. In situ water quality measurements using an unmanned aerial vehicle (UAV) system. Water 10 (3), 264.

Tait L. et al. 2019. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) for Monitoring Macroalgal Biodiversity: Comparison of RGB and Multispectral Imaging Sensors for Biodiversity Assessments. Remote Sensing 11(19), 2332.

Whitehead K. et al. 2014. Remote sensing of the environment with small unmanned aircraft systems (UASs), Part 2: Scientific and commercial applications. Journal of unmanned vehicle systems 2(3), 86-102.

Использование Google Earth Engine в задачах исследования мирового океана

С.Д. Левашов

ФГБНУ "ВНИРО", г. Москва
e-mail: Sergey.D.Levashov@gmail.com

Ключевые слова: ГИС, геоинформационные системы, спутниковые данные, Earth Engine, GEE.

Аннотация: О получении спутниковых данных для использования в научной деятельности, не связанной напрямую с глубоким погружением в проблематику дистанционного зондирования.

В открытом доступе находятся огромные архивы спутниковых данных, доступные на ресурсах НАСА, Геологической службы США, Европейского космического агентства. Использование этих массивов данных в общем случае требует от исследователей серьезного погружения в сферу обработки и анализа спутниковой информации. Поиск нужных изображений, скачивание больших объемов данных, содержащих требуемый участок, обрезка области интереса и обработка данных в ГИС могут отнять много времени у неподготовленного пользователя. В случае работы с временными промежутками, когда количество данных увеличивается на порядок, проблема становится еще более актуальной, особенно, если основная цель исследований далека от проблематики дистанционного зондирования.

Для упрощения доступа к большому объему спутниковых данных в Google создано многопетабайтное хранилище данных с возможностью распределенных вычислений в облаке, с пользовательским интерфейсом, имеющим общие черты как с ГИС, так и с интерактивными средами разработки. Основное отличие от других решений заключается в том, что для выбранных наборов пространственных данных их отбор и обработка производится в облаке и только для заданной области интересов. Работа с Earth Engine возможна как путем написания запросов в виде JavaScript кода прямо в графическом интерфейсе в браузере клиента, так и из Python, выполняющегося на клиентском компьютере. Кодом JavaScript можно делиться, пользоваться общедоступными вариантами, модифицировать под свои интересы и сразу получать результат. Глубокие знания в области программирования для работы не требуются. В простых случаях время на понимание интерфейса и получение нужных данных сокращается до минут. В более сложных задачах можно сразу получать результаты выполнения вычислений на основании данных в разных спектральных диапазонах, например для получения вегетационного индекса (NDVI) или оценки концентрации хлорофилла. Либо получать результаты сравнения или осреднения данных за различные промежутки времени, например, для работы с данными о температуре поверхности океана. Можно описывать и более сложные запросы, с элементами машинного обучения, включающие в себя классификацию и кластеризацию. При этом обработка происходит на серверной стороне, а с учетом параллелизации вычислений результат возвращается почти сразу.

Общедоступный каталог данных Earth Engine представляет собой коллекцию широко используемых наборов пространственных данных. Основная часть каталога состоит из данных дистанционного зондирования Земли, включая весь архив Landsat, а также полные архивы данных с Sentinel-1 и Sentinel-2, SeaWiFS, MODIS, цифровые модели рельефа и многие другие наборы пространственных данных. В том числе GEE содержит набор данных о перемещении рыбопромысловых судов, получаемый через AIS (Automatic Identification

System). На данный момент доступна информация о перемещениях промысловых судов, времени и типе лова за 2012-2016 годы включительно. Earth Engine имеет некоторые ограничения на максимальную продолжительность запросов (в настоящее время 270 с) и общее количество одновременных запросов от пользователя не должно превышать 40 (Gorelick, 2017). А повторяющиеся запросы, неизбежные в процессе отладки кода запроса, частично кэшируются для экономии вычислительных ресурсов.

Полученные результаты запросов можно не только изучать в интерфейсе Earth Engine в браузере, но и экспортировать для последующей обработки и использования в соответствующем задачам ПО. Для исследователей, желающих опробовать этот современный инструмент работы с пространственными данными, уже существует большое количество учебных материалов (например github.com/keyonix/course_geodata), видеолекций (например www.youtube.com/watch?v=m1ejxSi3l8s) и готовых примеров, которые легко модифицировать под свои научные интересы.

Список литературы

Gorelick N. et al. 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment* 202, 18-27.

Аккумуляция хлорорганических ксенобиотиков в печени и мозге морского ерша *Scorpaena porcus* в прибрежных районах Крыма с различной антропогенной нагрузкой

В.В. Лобко, Т.В. Малахова, Л.В. Малахова, Е.Н. Скуратовская

ФИЦ Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН (ФИЦ ИнБЮМ), г. Севастополь
e-mail: malakh2003@list.ru

Ключевые слова: ПХБ, ДДТ, *Scorpaena porcus*, Черное море.

Аннотация: В работе представлены уровни загрязненности хлорорганическими ксенобиотиками органов морского ерша *Scorpaena porcus* (L.) из Севастопольской и Карадагской морской акватории в 2016-2018 гг. Впервые получены данные по накоплению ДДТ и его метаболитов, а также шести индикаторных полихлорированных бифенилов в мозге ерша в прибрежной акватории Крыма. Проведена сравнительная оценка содержания остаточных количеств хлорорганических соединений (ХОС) в печени и мозге ерша в районах с различной антропогенной нагрузкой. Определена повышенная концентрация ХОС в органах ерша, обитающих в загрязненных акваториях.

Необходимость оценки накопления гидробионтами хлорорганических загрязнителей появилась в начале второй половины 20-го века, когда они стали обнаруживаться во всех компонентах окружающей среды и распространение их на Земле стало глобальным. Уже тогда стало известно, что эти вещества, к которым относятся устаревшие хлорпестициды (ХОП) и полихлорированные бифенилы (ПХБ) имеют такие особые свойства, как чрезвычайная устойчивость ко всем видам воздействий в условиях окружающей среды и способность распространяться с атмосферными потоками на большие расстояния. В водной среде они накапливались в гидробионтах непосредственно из среды обитания путем абсорбции тканями через покровные органы (Antunes et al., 2004) и пищевым путем (Maskay and Fraser, 2000), и передавались по трофической цепи. ХОС оказались чрезвычайно токсичными как на организменном, так и на популяционном уровнях. Их применение начали запрещать в 1970-х годах, но только относительно недавно в 2001 г. была принята международная Стокгольмская конвенция, целью которой было запрещение производства и использования стойких органических загрязнителей (СОЗ), к которым первоначально отнесены 8 ХОП, ПХБ, гексахлорбензол и дибензодиоксины и дибензофураны (UNEP, 2017).

В настоящее время ХОС появились в таких местах, где нет и на данный момент не может быть человеческой деятельности – в самых глубоких точках Мирового океана. В 2017 г. опубликованы данные о чрезвычайно высоких концентрациях ПХБ в эндемичных амфиподах *Hirondellea gigas* в Кермадекской и Марианской впадинах на глубине свыше 7000 и 10000 м, где концентрация суммы семи индикаторных конгенов ПХБ в амфиподах достигали 905 и 43 нг/г сухой массы соответственно (Jamieson et al., 2017).

Несмотря на то, что черноморские страны ввели запрет на использование ДДТ в 70-х годах, а ПХБ – в 90-х прошлого века, они широко распространены в компонентах экосистемы Черного моря. В прибрежные районы Крыма ХОС могут поступать из многочисленных источников: с атмосферными осадками, со стоком крымских рек, с промышленными, бытовыми и сельскохозяйственными стоками, с отходами водного транспорта. Известно, что основная масса сточных вод г. Балаклавы и южнобережных городов поступает в море без соответствующей очистки, а в г. Севастополе очистные сооружения давно нуждаются в реконструкции, поскольку в трубе глубоководного выпуска Южных очистных сооружений периодически появляются трещины и сточные воды

попадают в прибрежную акваторию.

Одним из механизмов очищения воды от ХОС является их извлечение из воды морскими организмами. Многие ХОС не подвергаются трансформации в тканях гидробионтов и сохраняются в них в неизменном виде. Поэтому водные организмы могут быть индикаторами загрязнения ХОС морских акваторий. Для этих целей используют гидробионтов, которые ведут оседлый образ жизни и не совершают протяженных миграций. Одним из таких гидробионтов является широко распространенный вид морской ёрш (скорпена) *Scorpaena porcus* (L.).

Потребление загрязненной рыбы является одним из наиболее важных путей передачи ХОС человеку. Это определяет большое число исследований, посвященных вопросу загрязненности мышц рыб, которые используются человеком в пищу (Yohannes et al., 2014). Для оценки токсического воздействия ХОС на самих рыб важно также проводить исследования уровней накопления и распределения ХОС в разных органах и тканях, выполняющих функции жизнеобеспечения.

Ранее нами было показано, что в районах, где рыба хронически подвергается воздействию ХОС, происходит их аккумуляция в тканях различных органов скорпены (Малахова и др., 2018). В Севастопольской морской акватории в 2016-2017 гг. концентрация ХОС в рыбе была пропорциональна содержанию в них липидов и зависела от загрязненности места обитания. Максимальное накопление ХОС определено в органах с повышенными показателями жирности – печени (Малахова и др., 2018).

Известно, что, мозг рыб, как и печень, характеризуется высоким содержанием липидов, что приводит к накоплению в нем липофильных ХОС (Dang et al., 2016). Но до настоящего времени не было опубликованных данных об аккумуляции ХОС в мозге черноморской скорпены.

Целью настоящей работы являлась сравнительная оценка уровней и распределения ДДТ и ПХБ в печени и мозге морского ерша *Scorpaena porcus* (L.) в морских акваториях Севастополя и Карадага.

Рыб отлавливали в летние сезоны 2016-2018 гг. в относительно замкнутых бухтах Александровской и Казачьей и в открытых акваториях в районах пляжа поселка Любимовка (г. Севастополь), а также в бухте Ласпи и морской акватории Карадагского природного заповедника. В каждом районе были отобраны по 6 особей ерша, имевших стандартную длину в пределах 16–17 см. Пробы печени и мозга рыб были заморожены до анализа при –20 °С. Определение ХОС проводили в соответствии с методикой (МВИ М. Н. 2352–2005.) на газовом хроматографе Хроматэк Кристалл 5000.2 с микро ЭЗД в ЦКП «Спектрометрия и Хроматография» ФИЦ ИнБЮМ. В пробах были измерены концентрации п,п'-дихлордифенилтрихлорметилметан (п,п'-ДДТ) и его метаболитов п,п'-ДДЭ и п,п'-ДДД (далее ДДТ, ДДЭ и ДДД), а также шести индикаторных конгенов ПХБ: трихлорбифенила (ХБ) 28, тетраХБ 52, пентаХБ 101, гексаХБ 138, гексаХБ 153 и гептаХБ 180. Данные показатели рекомендованы Международным советом по изучению морей для мониторинга загрязненности ХОС морских экосистем. Ошибка определения ХОС не превышала 20%. Результаты определения представлены как сумма концентрации ДДТ и его метаболитов (Σ ДДТ) и сумма шести конгенов ПХБ (Σ ПХБ₆), выраженная в нг/г сырой массы. Массовую долю жиров в органах определяли экстракционно-весовым методом и выражали в % на сырую массу.

Показатель жирности в печени ерша в бухтах Стрелецкой, Александровской, Балаклавской и Казачьей изменялся от 17 до 30%. В открытых районах Любимовки, Карадага и бухты Ласпи содержание жиров в печени достоверно не отличалось и в среднем было равно 26%. Показатель жирности в мозге ерша был ниже, чем в печени, и изменялся от 8% в акватории Карадага до 12% в бухте Стрелецкой (рис. 1).

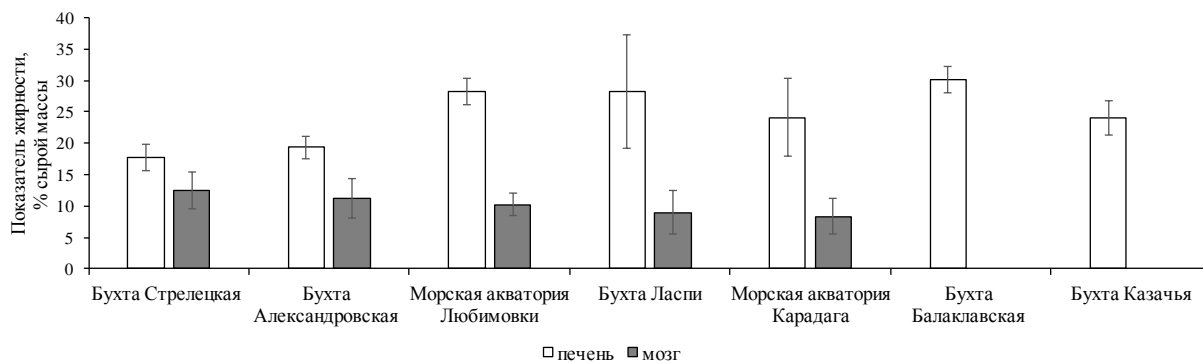


Рис. 1. Средний показатель жирности печени и мозга морского ерша в прибрежных районах Севастополя и морской акватории Карадага в 2016-2018 гг. Вертикальными отрезками показаны среднеквадратичные отклонения

Во всех исследованных пробах были обнаружены ХОС, распределение которых в органах отличалось значительной неоднородностью. Максимальная концентрация Σ ПХБ₆ обнаружена в печени особей, отловленных в бухтах Александровской и Стрелецкой, где в среднем составила 2662 и 1914 нг/г соответственно и была выше в 20 раз, чем таковая в открытых районах Карадага и Ласпи (101 и 94 нг/г соответственно) (рис. 2).

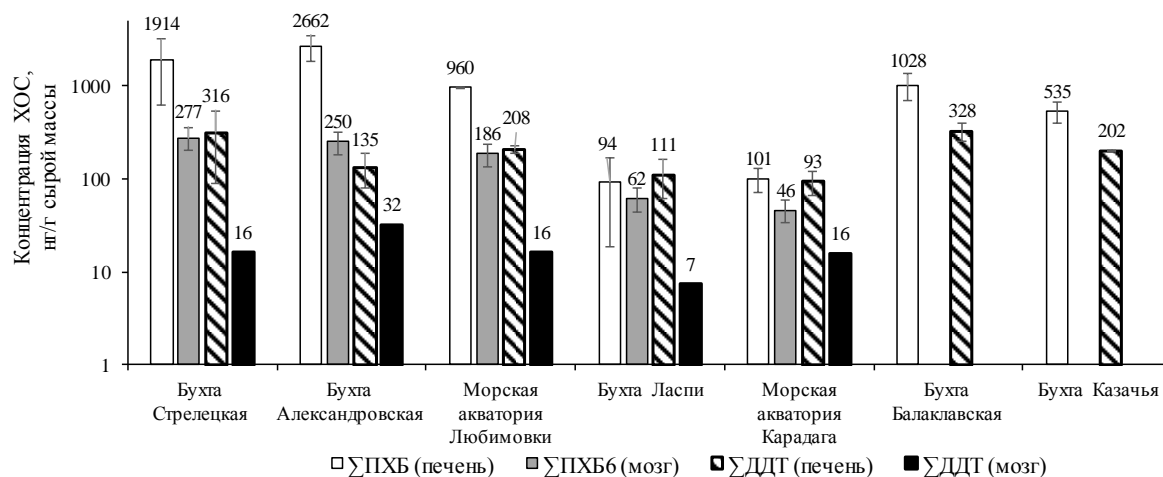


Рис. 2. Средняя концентрация Σ ПХБ₆ и Σ ДДТ (нг/г сырой массы) в печени и мозге ерша в морской акватории Севастополя и Карадага. Вертикальными отрезками показаны среднеквадратичные отклонения.

Содержание Σ ДДТ в печени ерша во всех исследованных районах за исключением бухты Ласпи и Карадага оказалось ниже на порядок значений, чем Σ ПХБ₆. Наибольшая концентрация Σ ДДТ определена в бухте Стрелецкой и Балаклавской (рис. 2).

Концентрация Σ ПХБ₆ в мозге оказалась ниже, чем в печени и изменялась от 277 в бухте Стрелецкой до 47 нг/г в акватории Карадага, Σ ДДТ – от 32 в бухте Александровской до 7 нг/г на Карадаге. Известно, для того, чтобы контаминантам достичь тканей мозга, им нужно преодолеть гематоэнцефалический барьер (Bundgaard, Abbott, 2008). Несмотря на это, в бухтах Севастополя загрязненность ХОС в мозге ерша достигала высоких значений (рис. 2).

Преобладающим компонентом соединений группы ДДТ в печени и мозге ерша был метаболит ДДЭ, составляющий в среднем 82% от суммы концентрации ДДТ и метаболитов, что свидетельствовало об отсутствии современных источников поступления в районы исследования исходного препарата ДДТ.

При выражении концентрации ПХБ на липидную массу печени, нивелирующем

отличия в жирности проб, сохранилась разница в уровнях содержания ХОС в печени и мозге ершей из различных районов. Это свидетельствует о влиянии других факторов на аккумуляцию ХОС. Одним из них может быть различная загрязненность среды обитания ерша, который относится к донным видам. В наиболее загрязненных севавтопольских бухтах Александровской, Стрелецкой и Балаклавской грунты представлены в основном илами, накапливающими все гидрофобные соединения, поступающими из многочисленных источников. Концентрация Σ ПХБ₆ в указанных бухтах составляла в среднем 110, 100 и 59 нг/г (здесь и далее на сухую массу), соответственно. Уровень загрязненности Σ ДДТ в грунтах бухт был более низким, чем ПХБ, и составлял в среднем в б. Стрелецкая – 51, в Александровской и Балаклавской бухтах – 35 нг/г. Акватория Любимовки, бухты Ласпи и Карадага относятся к открытым прибрежным участкам моря, где донные отложения состоят в основном из песка, слабо сорбирующего гидрофобные загрязняющие вещества. Содержание Σ ПХБ₆ в донных осадках в этих районах было существенно меньше, чем в бухтах, и составляло 4, 6 и 5 нг/г соответственно, а концентрация Σ ДДТ была меньше 1 нг/г. Несмотря на это, в районе Любимовки концентрация ХОС в ерше была высокой, что, видимо, связано с загрязненностью прибрежной воды, куда поступают стоки от расположенных непосредственно на берегу многочисленных пищеблоков, эллингов, гаражей, стоянок автотранспорта.

Во всех изученных районах, кроме бухты Ласпи, в печени ерша доминирующими конгенерами ПХБ были гексахлорбифенилы 138 и 153, содержание которых превышало 70% в сумме ПХБ (рис. 3). Известно, что высокохлорированные конгенеры, имеющие атом хлора в пара положении фенильной группы, не подвергаются ферментативному окислению, сложнее выводятся из организмов, что способствует их накоплению в организмах. В бухте Ласпи более 50% составили тетрахлорированный ПХБ 52 и пентахлорбифенил № 101. Такая композиция конгенеров, по-видимому, говорит, как о различных источниках поступления ПХБ в акваторию Ласпи и в другие сравниваемые районы, так и о недавнем времени поступления ПХБ в организмы рыб, за которое низкохлорированные конгенеры 52 и 101 еще не успели подвергнуться ферментативному метаболизму в печени и не вывелись из организмов с продуктами жизнедеятельности.

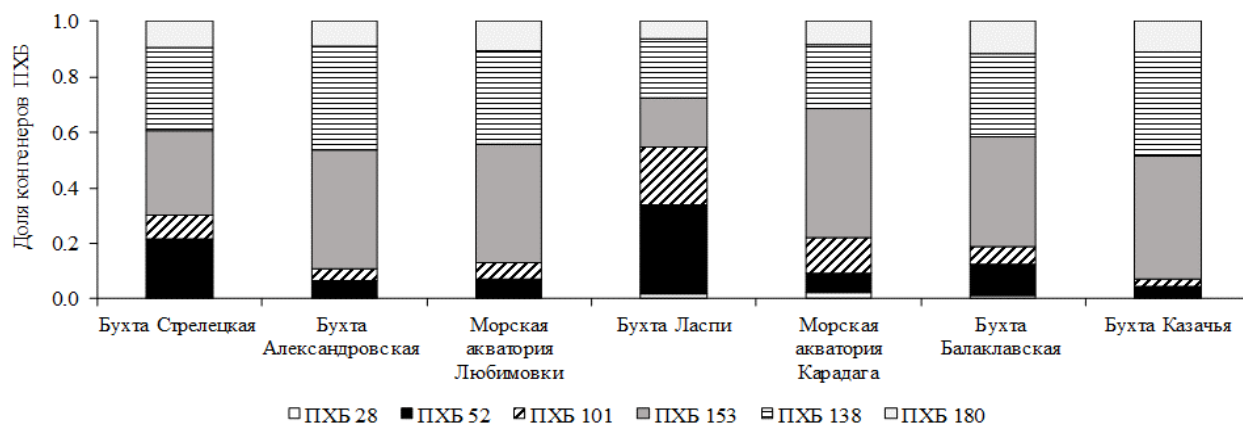


Рис. 3. Состав конгенеров ПХБ (доля от Σ ПХБ₆) в печени ерша в 2016-2018 гг.

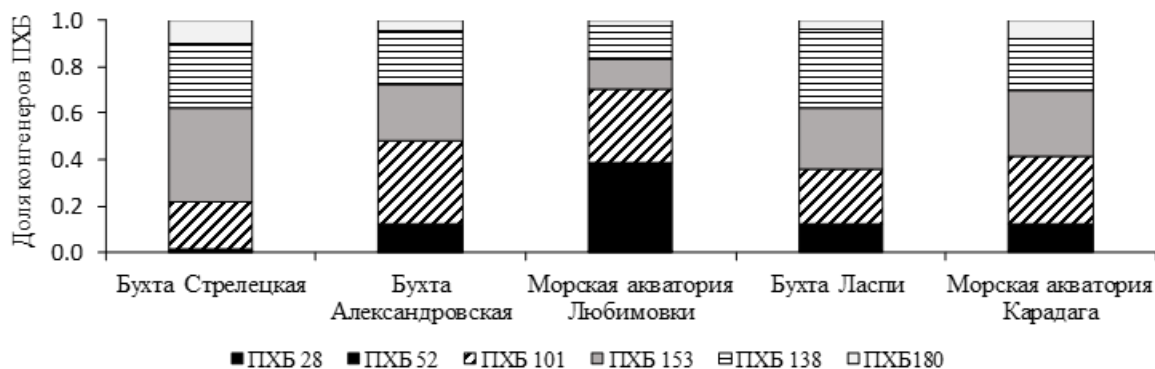


Рис. 4. Состав конгенов ПХБ (доля от Σ ПХБ₆) в мозге ерша в 2016 - 2018 гг.

В мозге ерша состав конгенов ПХБ отличался от печени. В Александровской бухте и в акватории Карадага более 65% составляли гексахлорбифенилы 153 и 138, в бухтах Стрелецкой и Ласпи сумма низко хлорированных конгенов 52 и 101 была равной сумме 153 и 138 конгенов, а в акватории Любимовки более 70% были представлены низко хлорированными конгенерами 52 и 101. При этом содержание липидов в мозге из различных районов отличалось незначительно. Видимо, накопление ПХБ в тканях мозга определялось не только содержанием в них липидов, но зависело и от других факторов, регулирующих аккумуляцию загрязняющих веществ, которые ещё предстоит изучить

На рисунке 5 показано соотношение концентрации ХОС и показателя жирности печени и мозга ерша. Оказалось, что концентрация Σ ДДТ имела тесную корреляционную связь с содержанием липидов в органах ерша ($R^2 = 0,70$). Для содержания ПХБ такой связи с жирностью органов выявлено не было ($R^2 = 0,18$).

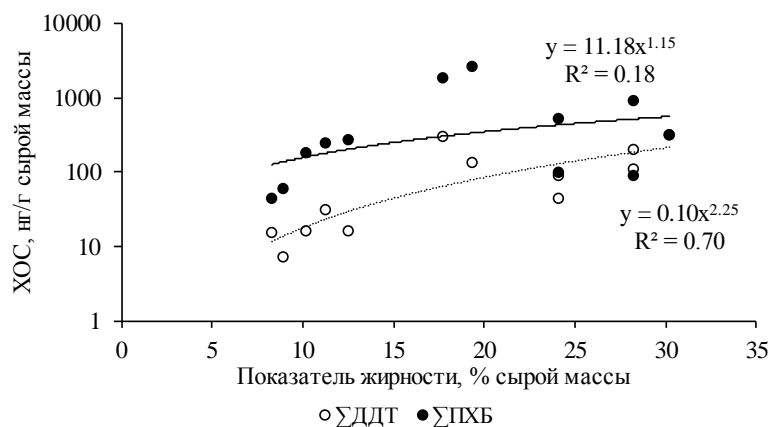


Рис. 5. Соотношение между концентрацией Σ ПХБ₆ (●), Σ ДДТ (○) и показателем жирности в печени и мозге морского ерша в 2016-2018 гг.

По данным Технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) ДУ в рыбах для Σ ДДТ составляет 200, для Σ ПХБ – 2000, в печени – 3000 и 5000 нг/г сырой массы соответственно (ТР ТС 021/2011). Сравнение концентрации ХОС с ДУ показало, что эти показатели для суммы шести конгенов ПХБ и Σ ДДТ в органах ерша превышены не были.

Работа подготовлена по темам государственных заданий ФИЦ ИнБЮМ «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем», номер гос. регистрации АААА-А18-118020890090-2 и «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана», регистрационный номер АААА-А18-118020890074-2

Список литературы

Малахова Л.В., Скуратовская Е.Н., Малахова Т.В., Болтачев А.Р., Лобко В.В. 2018. Хлорорганические соединения в ерше *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758 в акватории Севастополя (Чёрное море): пространственное распределение и биологический отклик на уровень накопления загрязнителей. Морской биологический журнал 3(4), 51-63.

МВИ М.Н. 2352–2005. 2005. Методика одновременного определения остаточных количеств полихлорированных бифенилов и хлорорганических пестицидов в рыбе и рыбной продукции с помощью газожидкостной хроматографии. Минск: ГУ «РНПЦ гигиены» МЗ РБ.

ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880.

Antunes P., Gil O. 2004. PCB and DDT contamination in cultivated and wild sea bass from Ria de Aveiro, Portugal. Chemosphere 54, 1503–1507.

Bundgaard M., Abbott N.J. 2008. All vertebrates started out with a glial blood-brain barrier 4–500 million years ago. Glia, 56(7), 699-708.

Dang V.D., Kroll K.J., Supowit S.D., Halden R.U., Denslow N.D. 2016. Tissue distribution of organochlorine pesticides in largemouth bass (*Micropterus salmoides*) from laboratory exposure and a contaminated lake. Environmental pollution 216, 877-883.

Jamieson A.J., Malkocs T., Piertney S.B., Fujii T., Zhang Z. 2017. Bioaccumulation of persistent organic pollutants in the deepest ocean fauna. Nature ecology & evolution 1(3), 0051.

Mackay D., Fraser A. 2000. Bioaccumulation of persistent organic chemicals: mechanisms and models. Environmental Pollution 110, 375–391.

UNEP. 2017. General technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of containing or contaminated with persistent organic pollutants. <http://www.basel.int/Implementation/Publications/ArchivedTechnicalGuidelines/tabid/2362/Default.aspx>.

Yohannes Y.B., Ikenaka Y., Saengtienchai A., Watanabe K.P., Nakayama S.M., Ishizuka M. 2014. Concentrations and human health risk assessment of organochlorine pesticides in edible fish species from a Rift Valley lake-Lake Ziway, Ethiopia. Ecotoxicology and environmental safety 106, 95-101.

Линейные тренды и циклические вариации температуры поверхности Охотского моря и прилегающих акваторий по спутниковым данным

Д.М. Ложкин¹, Г.В. Шевченко^{1,2}

¹Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»), г. Южно-Сахалинск

²Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск

e-mail: dima-lm@rambler.ru

Ключевые слова: гармоника, температура поверхности моря, тренд, спутниковые данные, цикличность, Цусимское течение, глобальное потепление, ледовитость.

Аннотация: В работе приведены данные о линейных трендах и циклических вариациях температуры поверхности Охотского моря и прилегающих акваторий по спутниковым данным.

Для Охотского моря и прилегающих к нему акваторий сформированы ряды среднемесячных значений температуры поверхности моря по спутниковым измерениям продолжительностью в 21 год (1998-2018 гг.). В каждой пространственной ячейке размером около 2x2 км методом наименьших квадратов определены коэффициенты линейного тренда. Такие коэффициенты были рассчитаны для каждого месяца отдельно, для всего ряда в целом, а также для средних значений температуры за сезон. Проанализирована связь этих коэффициентов с наблюдаемым в последние двадцать лет снижением ледовитости на акватории Охотского моря. Показано, что температура поверхностного слоя в данном бассейне снижается, наиболее существенно – в его северной и западной частях. Особенно ярко это тенденция проявляется весной, что может быть обусловлено более существенным выхолаживанием вод вследствие зимней конвекции при уменьшении площади ледяного покрова. Также методом наименьших квадратов определены амплитуды и фазы гармоник для различных периодов (от 18 до 144 мес с шагом в 1 мес). Для расчетов был выбран август, так как в этом месяце температура достигает своего пика, и ее график практически является модуляцией годовой гармоник. Построены карты распределения амплитуд гармоник с периодами, кратными году, вклад которых в межгодовые вариации температуры поверхностного слоя наиболее значителен. Особенно сильно выделяется гармоника с периодом около 6 лет. Зона ее влияния охватывает большую часть исследуемой акватории. Вероятно, она связана с квазипериодическими колебаниями Цусимского течения. С юга на север основные периоды постепенно меняются с 6 до 11 лет. Однако в северо-западной части Охотского моря также сказывается влияние высокочастотной компоненты с периодом около трех лет. Показана возможность прогноза температуры поверхностного слоя на год вперед с учетом параметров линейного тренда и 4 гармоник с наибольшими амплитудами.

Введение. Исследование термического режима различных акваторий является одной из важнейших океанологических задач, так как пространственно-временная изменчивость температуры воды отражает сложные процессы формирования, трансформации и динамики водных масс. Помимо этого, температура является одним из ключевых параметров, определяющих условия существования и развития большинства видов гидробионтов, поэтому изучение данной проблемы имеют также ключевое значение для гидробиологии. Районирование акваторий по характеру температурных условий, а также их прогнозирование с учетом особенностей сезонной и межгодовой изменчивости является важной научной задачей, имеющей также и выраженный прикладной аспект, связанный с тем обстоятельством, что к зонам раздела водных масс с различными характеристиками приурочены скопления некоторых видов промысловых рыб.

Спутниковые наблюдения за температурой поверхности моря, важность которых в последние годы существенно возросла из-за значительного сокращения морских экспедиционных исследований, предоставляют собой источник регулярных данных, охватывающих всю акваторию изучаемого бассейна. Поэтому являются очень хорошим материалом для изучения сезонных и межгодовых вариаций температуры поверхностного слоя, в частности, для выявления трендов и циклических составляющих, как во всей акватории, так и на отдельных ее участках.

Знание двух составляющих: линейного тренда и циклических вариаций; дает нам возможность использовать так называемый «метод последовательных спектров». Этот метод можно применить либо для восстановления пропусков, связанных с облачностью или техническими причинами, либо для прогноза температуры поверхности океана в следующем году.

К настоящему времени в Сахалинском НИИ рыбного хозяйства и океанографии накоплен 21-летний ряд спутниковых данных по температуре поверхности Охотского моря, северной части Японского моря и северо-западной части Тихого океана, что позволило проанализировать межгодовые вариации данного параметра в бассейне, очень важном как с научной, так и с практической точки зрения. Определение характеристик однонаправленных тенденций, а также амплитуд и фаз циклических компонент и возможность их использования для прогноза термических условий в следующем сезоне составляет содержание данного исследования.

Материалы и методы. Уверенный прием спутниковой информации о температуре поверхностного слоя моря, получаемой с помощью приемной спутниковой станции TeraScan (<http://www.seaspace.com>), обеспечен для района с 42 по 60° северной широты и с 135 по 160° восточной долготы. В базе спутниковых данных института накапливаются значения температуры поверхности моря, полученные со спутников серии NOAA, METOP, AQUA и TERRA (данные принимаются в видимом и инфракрасном диапазоне, после чего с помощью ПО TeraScan вычлняются отдельные продукты – ТПО, облачность, ледовитость и др.) в квадратах с пространственным разрешением около 2 км, хотя максимальное разрешение спутников AQUA и TERRA на отдельных каналах достигает 250 м (более подробное описание приведено в работе (Новиненко, Шевченко, 2007)). Далее они осредняются посуточно (в сут обычно около 10 пролетов различных спутников), после чего рассчитываются среднедекадные и среднemesячные значения.

Для каждого квадрата строился ряд средних месячных значений, для существенной части акватории имелись пропуски в зимний период из-за влияния ледяного покрова. По 21-летнему ряду данных для каждого месяца по-отдельности, для всего ряда в целом, а также для средних значений температуры за сезон для каждой пространственной ячейки (матрицы 1000×1022) методом наименьших квадратов рассчитывались параметры линейного тренда. Параметры циклических составляющих (амплитуды и фазы гармоник) рассчитывались лишь для ряда средних температур за август.

Вычисления производились в ранее созданном программном комплексе, дополненном новыми функциями. Программа позволяет рассчитать и распределение коэффициентов линейного тренда, построить квазинепрерывный график изменения амплитуд гармоник в зависимости от периода, а также найти гармонику с наибольшей амплитудой в каждой точке. Также она позволяет вывести искомые параметры на экран (в виде точечного рисунка, где цвет закраски соответствует величине) или в бинарный файл.

Распределения коэффициентов линейного тренда и амплитуд гармоник были нанесены на карту в виде изолиний, величина параметра характеризуется цветом области. Перед нанесением изолиний, пространственные распределения были обработаны медианным фильтром 19×19. Подобным образом были нарисованы карты других параметров.

В работе (Шершнева, Шевченко, 2005) была разработана методика прогнозирования термических условий на год вперед на отдельных участках изучаемой акватории (эта методика также использовалась для восстановления пропусков данных, связанных с

влиянием облачности или техническими причинами), заключающаяся в расчете температуры в заданном квадрате в момент времени t по формуле:

$$T(t) = at + b + \sum_{k=1}^N c_k \cos(\omega_k t - \varphi_k) \quad (1)$$

где a и b – параметры линейного тренда (оценивались по накопленному 21-летнему ряду наблюдений в работе авторов (Ложкин, Шевченко, 2019)), c_k – амплитуды, а φ_k – фазы циклических составляющих (гармоник) вариаций температуры поверхности моря. Существенной особенностью метода является то обстоятельство, что амплитуды и фазы основных циклических составляющих рассчитываются методом наименьших квадратов, при этом их периоды перебираются в диапазоне от 18 до 144 мес с шагом в 1 мес. Для каждой ячейки определялся набор из 3-4 гармоник, дающих наибольший вклад в межгодовые вариации ТПО. Поскольку они не являются ортогональными, то для прогноза по формуле (1) необходимо из исходного ряда вычитать рассчитанную волну, прежде чем определять параметры следующей, чтобы избежать двойного включения когерентных составляющих (в работах (Иванов, 2002; Иванов, 2006) такая методика была названа «методом последовательных спектров»).

Результаты. Рассмотрим отдельно две составляющих формулы (1): линейный тренд и циклические компоненты. На рисунке 1 показан график хода среднемесячной температуры в точке, находящейся в заливе Терпения.

Особенно ярко межгодовые вариации ТПО проявляются в августе, когда среднемесячная температура воды достигает своего максимального значения, и выражены в модуляции годовой гармонике (рис. 1А). В отличие от атмосферного воздуха, вариации низких значений в зимний период не так выражены и менее интересны, поскольку во многих случаях температура воды на участках акватории, свободных ото льда, близка к точке замерзания. Поэтому в данной работе основное внимание было уделено изменчивости средних значений ТПО в августе. С практической стороны это представляет интерес с точки зрения миграций тихоокеанских лососей, подходящих на нерест в этот период года.

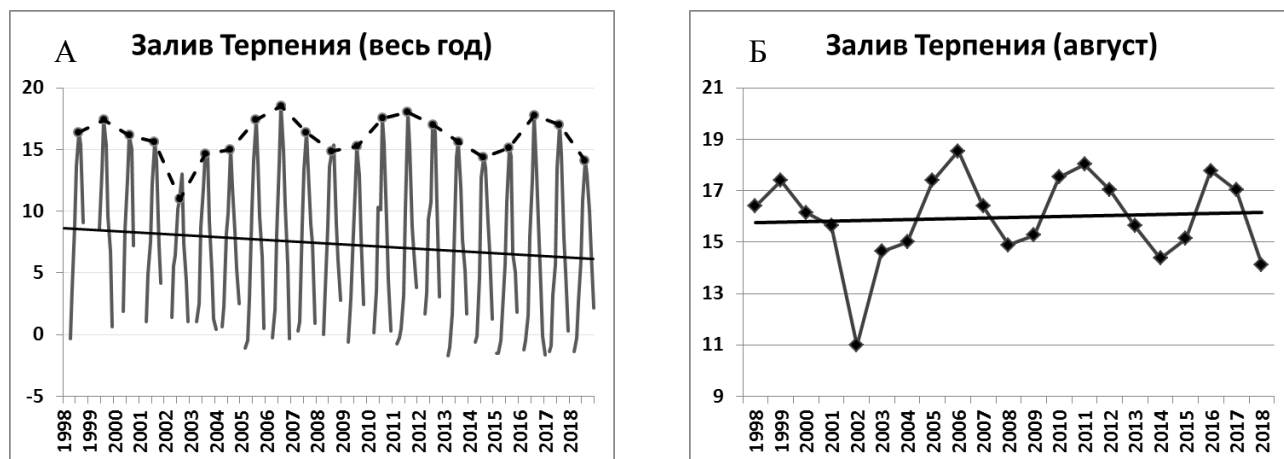


Рис. 1. Годовой ход среднемесячной температуры (А) и средняя температура в августе (Б)

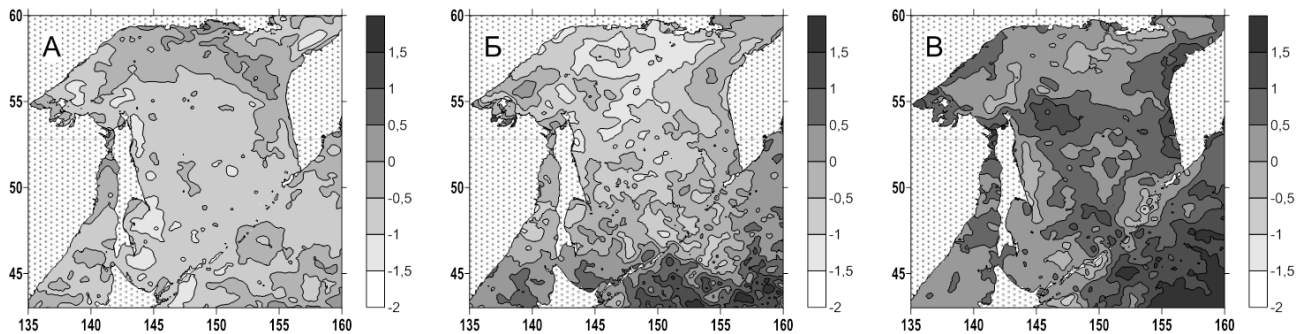


Рис. 2. Распределение коэффициентов линейного тренда по ряду среднемесячных температур в мае (А), июле (Б) и августе (В). Шкала соответствует °С за 10 лет.

На рис. 2 приведены коэффициенты линейного тренда, рассчитанные по методике, описанной в работе (Ложкин, Шевченко, 2019). С добавлением к расчетам одного года, ситуация практически не изменилась. Тренд на похолодание достигает наибольших значений в мае, сохраняется в июле и резко меняется в августе на положительный. Преобладание снижения температуры поверхности моря, хотя и менее выраженное, отмечено также зимой и осенью, и в целом по всему году. Наиболее вероятно, это связано с увеличением глубины зимней конвекции, вследствие уменьшения ледовитости, вызванного глобальным потеплением. С августа по октябрь на акватории преобладают положительные тренды.

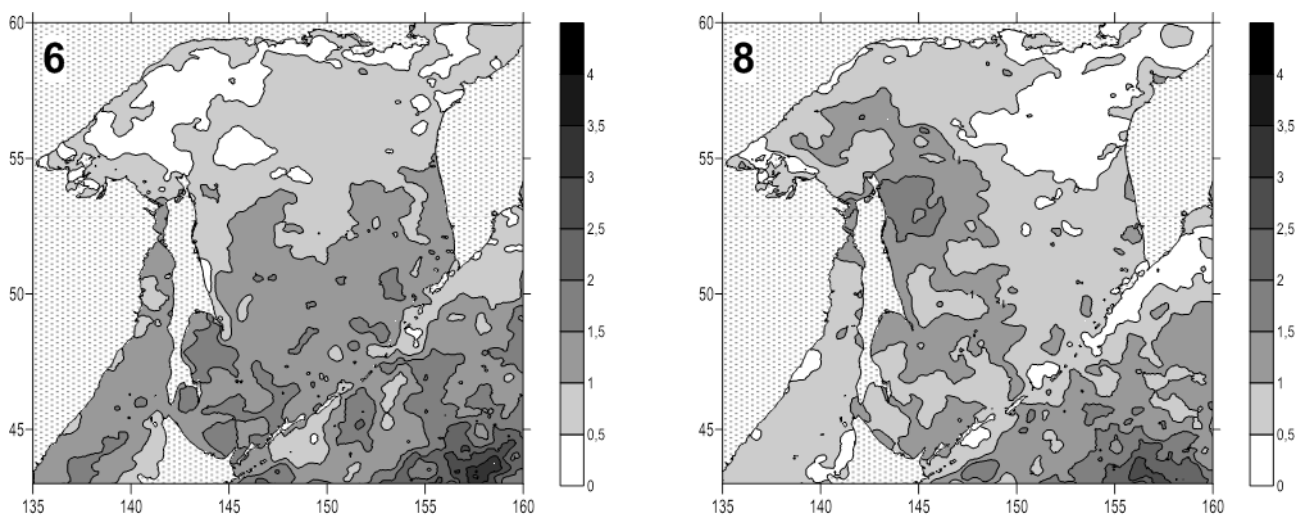


Рис. 3. Распределение амплитуд (в °С) межгодовых колебаний среднемесячной температуры поверхности моря (август) с определенным периодом (указан в годах в верхнем левом углу изображения).

Рассмотрим циклические вариации температуры поверхности в исследуемой акватории. В большей части акватории основную роль играли вариации с периодом около 5,5 -6 лет, пространственное распределение амплитуды с периодом 6 лет представлено на рис. 3 (слева). Зона ее влияния наиболее обширна и занимает южную половину Охотского моря и северную часть Японского моря, вплоть до Амурского лимана. Амплитуда этой гармоник в зоне ее влияния находится в пределах от 1 до 2 °С. Наиболее вероятно, эта составляющая связана с колебаниями течения Куроисио и ее ветви – Цусимского течения (Shevchenko et al., 2004).

В западной части Охотского моря, в зоне влияния стока реки Амур, а также в северо-западной части Тихого океана значимо проявляется циклическая компонента с периодом около 8 лет (рис. 3, справа).

Наиболее высокие значения амплитуды 3-летней гармоник можно отметить в северо-западной части Охотского моря, на удалении от берегов, а также у северо-западного побережья Камчатки. Интересно то, как смещаются зоны проявления гармоник с периодом от 5 до 11 лет. Если зона влияния 5-летней гармоник сфокусирована возле островов Сахалин, Хоккайдо и у Южных Курил, то при увеличении периода область с наибольшей амплитудой смещается по часовой стрелке (в сторону северо-восточного побережья Сахалина и дальше в северную часть Охотского моря). Этому факту также сложно дать разумное объяснение, он требует дополнительного изучения.

Итак, найдя коэффициенты линейного тренда и выяснив основные циклические компоненты, мы можем перейти к прогнозу температуры методом последовательных спектров. На рисунке 4 продемонстрировано изменение прогностической кривой по мере добавления новых гармоник. С изменением числа гармоник, коэффициент корреляции исходного и аналитического ряда растет, стандартное отклонение двух рядов становится практически равным, среднее смещение прогностической кривой от исходной уменьшается. Однако, как мы видим в точке, соответствующей 2018 г. (расчет прогностической кривой в данном случае производился по ряду с 1998 по 2017 г.), отклонение прогнозируемой температуры от фактически измеренной составляет $1,7^{\circ}\text{C}$, что сравнимо с одним стандартным отклонением (порядка $1,5\text{-}2^{\circ}\text{C}$ на большей части акватории).

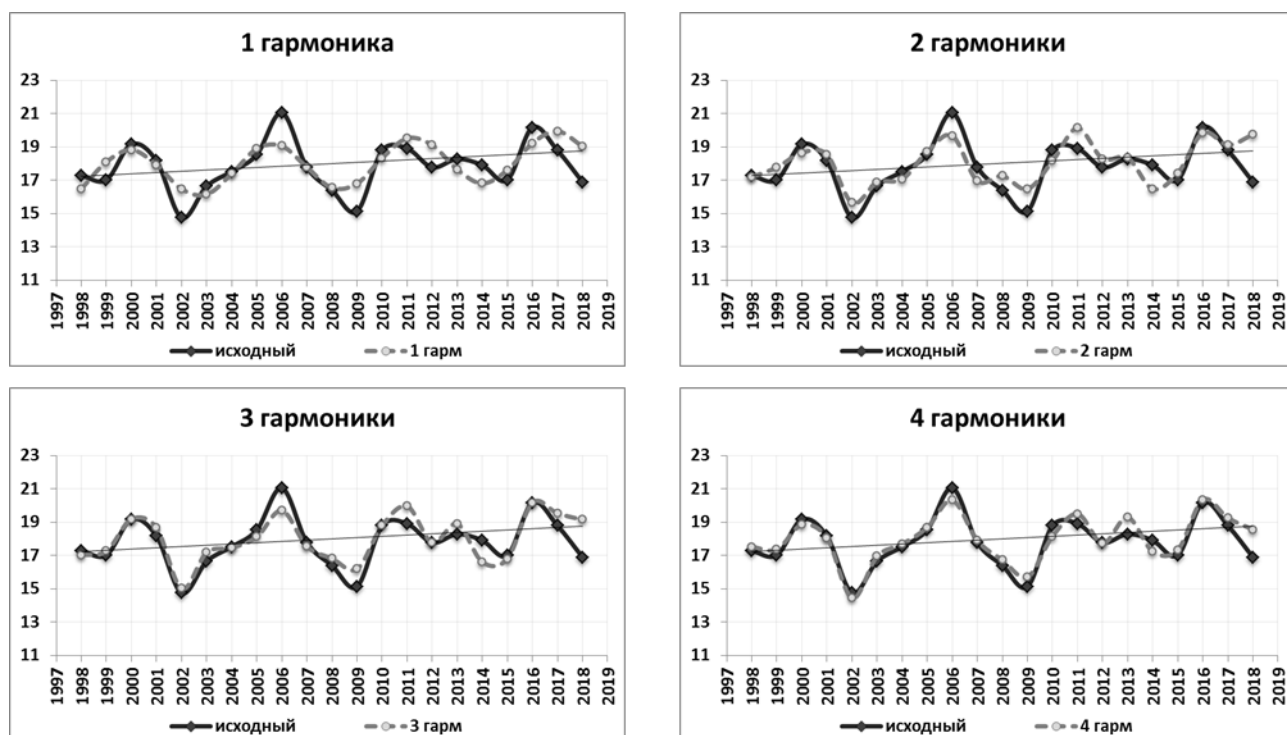


Рис. 4. Изменение аналитической кривой при увеличении числа гармоник

Рассмотрим более подробно рис. 5. Прогноз на август 2017 года получился достаточно успешный, расхождение между фактической и прогнозируемой температурой на большей части акватории не превышает $\pm 2^{\circ}\text{C}$, при стандартном отклонении ТПО порядка $1,5\text{-}2^{\circ}\text{C}$ (лишь в северо-западной части Тихого океана стандартное отклонение ТПО находится в пределах $2\text{-}4^{\circ}\text{C}$). В то же время в прогнозе на август 2018 года присутствует обширная область, в пределах которой оценка температуры была сильно завышена (более 4°C). На карте аномалий ТПО за август 2018 года (www.sakhniro.ru) также присутствуют области низких температур (на $3\text{-}4^{\circ}\text{C}$ ниже средней многолетней нормы), которые совпадают в пространстве с областями неудачного прогноза. Данная область находится в

зоне влияния Цусимского течения, и неточности прогноза связаны с тем, что ослабление данного течения произошло на два года раньше предполагаемого срока.

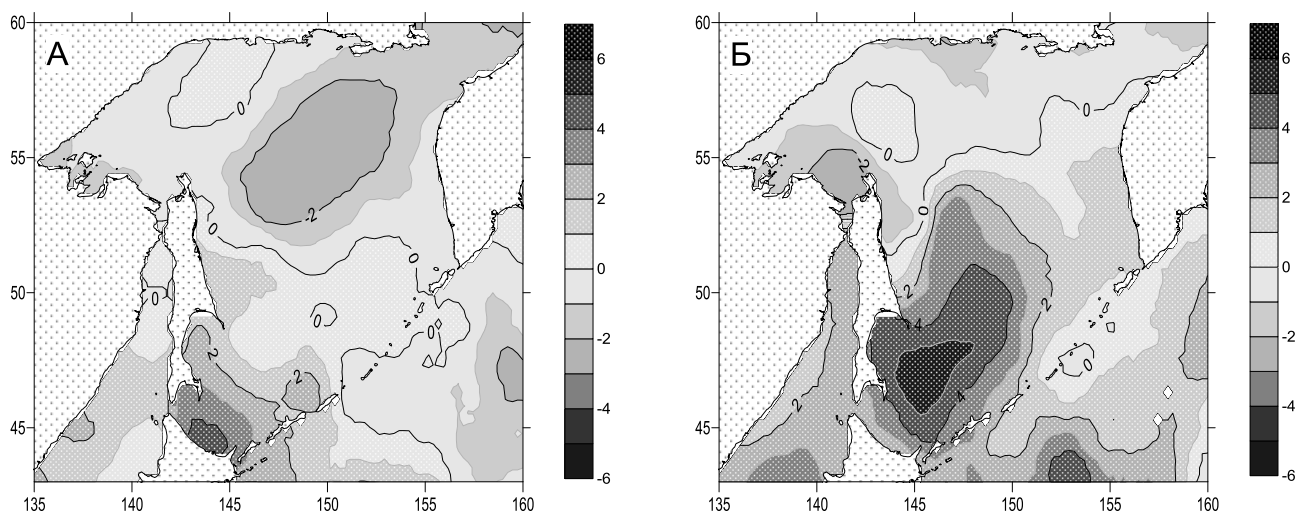


Рис. 3. Разница прогнозируемой и фактической температуры (А – август 2017 г.; Б – август 2018 г.)

Более детальные исследования, посвященные оправдываемости прогноза и границ применимости используемого подхода, будут проведены позднее. Однако уже сейчас можно сказать, что для существенной части районов Охотского моря и прилегающих акваторий прогноз температуры поверхностного слоя с годичной заблаговременностью достаточно успешен, хотя аномально холодные температуры, имевшие место на ряде участков в 2018 г., предсказать довольно сложно.

Итак, анализ 21-летнего ряда данных по температуре показал, что существуют как однонаправленные тенденции, причем разные для отдельных сезонов, так и периодические колебания температуры поверхности океана. В некоторых районах, где определенные циклические компоненты ярко выражены, можно рассчитывать на достаточно точный прогноз даже столь неустойчивого параметра, как температура поверхности океана. А возможность прогноза термических условий имеет прикладное значение, прежде всего для оценки условий подхода тихоокеанских лососей на нерест.

Список литературы

Иванов В.В. 2006. Исследование вариаций среднемесячной температуры воздуха с помощью последовательных спектров. *Метеорология и гидрология* 5, 39-45.

Иванов В.В. 2002. Периодические колебания погоды и климата. *Успехи физ. наук* 122, 777-811.

Ложкин Д.М., Шевченко Г.В. 2019. Тренды температуры поверхности Охотского моря и прилегающих акваторий по спутниковым данным 1998-2017 гг. *Исследование Земли из космоса* 1, 55-61.

Новиненко Е.Г., Шевченко Г.В. 2007. Пространственно-временная изменчивость температуры поверхности Охотского моря по спутниковым данным. *Исследование Земли из космоса* 5, 50-60.

Шершнева О.В., Шевченко Г.В. 2005. Прогнозирование термических условий в Сахалино-Курильском регионе по спутниковым данным. *Известия ТИНРО* 142, 161-187.

Shevchenko G., Tshay Z., Puzankov C. 2004. EOF and wavelet analysis of satellite SST data in the northern Pacific. *Proceedings of the Third PICES Workshop on the Okhotsk Sea and Adjacent Areas*. Sidney B.C. Canada, 13-18.

<http://www.sakhniro.ru>

<http://www.seaspace.com>

Гидрофлора реки Мологи и её роль в трофических сетях

С.Ю. Лукина, И.А. Дружинина

Новгородский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («НовгородНИРО»),
E-mail: niorh53@mail.ru

Ключевые слова: альгология, фитопланктон, фитобентос, низшие растения, высшие растения.

Аннотация: Гидрофлора пресных водоемов включает широкий спектр высших и низших растений, которые, являясь продуцентами, играют ведущую роль в трофических сетях. Гидрофлора большинства малых пресных водоемов практически не изучена.

Гидрофлора рек исключительно разнообразна. Низшие и высшие водные растения создают микроклимат любого водоема и определяют первичный уровень любой экосистемы.

В составе гидрофлоры доминируют различные водоросли. Синтезируемый водорослями органический углерод на планете составляет около 80%. Планктонные и бентосные формы водорослей являются кормом для многих беспозвоночных животных и рыб, в особенности для мальков. Кроме корма для некоторых видов животных водоросли, а точнее их заросли, являются укрытием. В водной среде водоросли продуцируют кислород, который так необходим для дыхания животного подводного мира, а также для жизнедеятельности аэробных бактерий, грибов и других организмов. Водоросли являются хорошими утилизаторами органических соединений, солей тяжелых металлов и радионуклидов, которые находятся в водной среде и наносят вред всему подводному миру. Высшие растения также оказывают огромное влияние на прибрежные биоценозы, хотя их разнообразие не так велико (Значение водорослей, электронный ресурс).

Актуальность выбранной темы обусловлена не изученностью гидрофлоры реки Мологи.

Цель работы: выявить и изучить видовой состав гидрофлоры реки Мологи Пестовского района.

Объектом исследования является гидрофлора водоёмов Новгородской области. Предметом исследования вступает изучение видового состава гидрофлоры реки Мологи Пестовского района и его роли в трофических сетях.

Материалы и методы. Данное исследование основано на собранных материалах в различных биотопах реки Мологи.

Сбор материала проводился в осенний период 2018 и в весенний период 2019 г.г. Отбор проб проводился на трёх биотопах, расположенных в радиусе 3-х километров друг от друга (рис.).



Рис. Карта – схема реки Мологи: биотоп I – находится за чертой г. Пестово выше по течению реки близ деревни Мышкино; биотоп II – г. Пестово, улица Суворова (в районе автомобильного моста); биотоп III – располагается за чертой г. Пестово вниз по течению реки рядом с деревней Тимофеево

Для отбора проб использовались следующие инструменты: сачок, грабли, водный термометр и ёмкости для хранения материала. Сачок использовали для бентосных и планктонных проб. Грабли для сбора высших растений (Бавтуго, 1997). Одновременно с отбором проб определялись важнейшие параметры среды: температура воды, температура воздуха, а также прозрачность и цвет воды, глубина на исследованных биотопах. Определение прозрачности воды проводили с помощью белого диска диаметром 30 см, опуская его на глубину.

Сапробность воды определяли при помощи биоиндикаторных гидробионтов.

Таксономическую принадлежность растений определяли с помощью атласов-определителей разных авторов (Гуричева, 1966; Хржановский, 1982; Гарибова, 1978; Константинов, 1986; Гордеев, 1986; Садчиков, 2005).

Характеристика района исследования. Река Молога протекает по Тверской, Новгородской и Вологодской областям Российской Федерации, впадает в Весьегонский плёс Рыбинского водохранилища на Волге.

Исток реки находится в районе деревни Ключевой Максатинского района Тверской области, координаты $57^{\circ}38'01''$ с.ш. $36^{\circ}03'08''$ в.д., устье – в городе Весьегонск, координаты $58^{\circ}49'06''$ с.ш. $37^{\circ}11'34''$ в.д.

В верховьях Молога – медленно текущая извилистая река, шириной 10-20 метров.

Перед Бежецком в черте города разливается широко, превращаясь в цепочку озер, шириной от ста до шестисот метров с заболоченными берегами, многочисленными островами и старицами. Русло реки разбивается на протоки.

За городом Молога протекает через большое озеро Верестово с заболоченными берегами и сильно заросшее тростником. В районе озера ширина долины до четырех километров, поймы от 1 до 1,5 километров.

За озером ширина реки достигает 30-40 метров, берега луговые вплоть до поселка Максатиха, течение очень слабое. В Максатихе Молога принимает в себя Ривицу и Волчину и поворачивает на север. Ширина при этом увеличивается до шестидесяти метров, скорость течения увеличивается, на берегах появляются сосновые леса.

На участке до устья Сарагожи – несколько порожистых участков в местах, где Молога пересекает моренные гряды, отроги Бежецкого Верха.

Около Пестово ширина Мологи составляет около 100 м, на реке много пляжей, по берегам лес. После впадения Кобожи ширина уже превышает сто пятьдесят метров. От города Устюжны река становится доступной для судоходства только в начале половодья. После устья Чагодощи сказывается подпор Рыбинского водохранилища, течение почти исчезает, а ширина реки увеличивается до двухсот метров и более. Наибольшая ширина реки в районе деревни Слуды, где она составляет 250-260 метров. Средняя глубина составляет 1,5-2 метра, а за Слудами и до устья – до 6,5 метров.

Длина реки составляет 456 км, площадь бассейна 29,7 тыс. км² (без учёта водосбора озера Меглино, из которого вода в основном поступает в реку Мсту). Годовой сток составляет 5,42 км³ и входит в состав Тихвинской водной системы.

Река Молога имеет восточно-европейский тип водного режима. Половодье происходит в марте – мае. Продолжительность половодья 3-6 недель, хорошо выражена летне-осенняя межень.

К крупным притокам реки Мологи относятся – Ривица, Кеца, Волчина, Сарагожа, Чагодоща, Кирва, Остречина, Кобожа, Осе.

На берегах Мологи располагаются города Бежецк, Пестово, Устюжна, поселок Максатиха. Стоявший у впадения Мологи в Волгу город Молога был полностью затоплен.

Ихтиофауна реки представлена такими видами, как щука, лещ, густера, плотва, язь, окунь, ерш, голавль и др. Изредка встречается пресноводная форма кумжи – ручьевая форель (Молога (река), электронный ресурс; река Молога, электронный ресурс).

Изучение и описание прибрежно-водной растительности реки Молога проводилось на трёх биотопах. В момент взятия проб в осенний период (сентябрь) температура воздуха составляла от +14 °С до +21 °С, температура воды от +10 °С до +15 °С; в весенний период (май) температура воздуха варьировала от +14 °С до +22 °С, а температура воды от +7 °С до +10 °С.

Характеристика исследованных биотопов. Биотоп I – находится за чертой г. Пестово выше по течению реки Мологи близ деревни Мышкино. В этом биотопе вода имеет светло-жёлтый цвет с осадком. Грунт глинистый с примесью песка и серого ила. Течение воды спокойное. Сбор проб был произведен в метре от берега на глубине 0,5 м. Вдоль берега расположились берёзы (*Betula*), сосны (*Pinus*), ели (*Picea*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*), вейник наземный (*Calamagrostis epigejos*), осока чёрная (*Carex nigra*).

Биотоп II – г. Пестово, улица Суворова (в районе автомобильного моста). На данном участке грунт представлен смесью песка, глины и серым илом. Течение спокойное. Пробы были взяты в метре от берега на глубине 40 см. В месте взятия проб вода имеет светло-жёлтый оттенок с осадком. Вдоль берега произрастают клён (*Acer*), берёзы (*Betula*), олешиник (*Alnus*), дубы (*Quercus*). Прибрежная растительность представлена зарослями ивы (*Salix*), осокой чёрной (*Carex nigra*), пыреем ползучим (*Elytrigia repens*), мать-и-мачехой (*Tussilago farfara*), вейником наземным (*Calamagrostis epigejos*).

Биотоп III – располагается за чертой г. Пестово вниз по течению реки рядом с деревней Тимофеево. В данном биотопе грунт представлен песком. Течение воды слабое. Цвет воды светло-жёлтый с осадком. Взятие проб производилось на глубине 60 см в 1,5 м от берега. Прибрежная растительность наиболее богата соснами (*Pinus*), елями (*Picea*), ивой (*Salix*), осинкой (*Populus*), лиственницей (*Larix*), одуванчиком лекарственным (*Taraxacum officinale*), мать-и-мачехой (*Tussilago farfara*), пыреем ползучим (*Elytrigia repens*).

Систематический обзор гидрофлоры реки Мологи. В исследуемый период в пробах выявлено 25 видов низших и высших растений, которые относятся к 5 отделам, 9 классам, 15 порядкам и 20 семействам. Наибольшим видовым разнообразием характеризовались классы: *Pennatophyceae* – 9 видами; *Liliopsida* – 5 видами.

Низшие растения

- Отдел Диатомовые водоросли (*Diatomophyta*)
 - Класс Центрические диатомеи (*Centrophyceae*)
 - Порядок Косцинодисковые (*Coscinodiscales*)
 - Род Циклотелла (*Cyclotella*)
 - Вид *Cyclotella meneghiniana*
 - Семейство Мелозировые (*Melosiraceae*)
 - Род Мелозира (*Melosira*)
 - Вид *Melosira micrografia*
 - Класс Пеннатные диатомеи (*Pennatophyceae*)
 - Порядок Двухшовные (*Dirapiales*)
 - Семейство Навикуловые (*Naviculaceae*)
 - Род Пиннулярия (*Pinnularia*)
 - Вид Пиннулярия зелёная (*Pinnularia viridis*)
 - Род Плевросигма (*Pleurosigma*)
 - Вид *Pleurosigma angulatum*
 - Род Цимбелла (*Cymbella*)
 - Вид Цимбелла изогнутая (*Cymbella ancyli cleve*)
 - Род Навикула (*Navicula*)
 - Вид *Navicula lacustris*
 - Семейство Гомфоцимбелловые (*Gomphocymbellaceae*)
 - Род Амфора (*Amphora*)
 - Вид *Amphora ovalis*
 - Порядок Бесшовные (*Araphales*)
 - Семейство Фрагилариевые (*Fragilariaceae*)
 - Род Фрагилярия (*Fragilaria*)
 - Вид Фрагилярия кротонская (*Fragilaria crotonensis*)
 - Род Синедра (*Synedra*)
 - Вид *Synedra tabulata*
 - Порядок Каналошовные (*Aulonraphales*)
 - Род Нитцшия (*Nitzshia*)
 - Вид *Nitzshia angustata*
 - Семейство Сурирелловые (*Surirellaceae*)
 - Род Сурирелла (*Surirella*)
 - Вид *Surirella biseriata*
 - Отдел Зелёные водоросли (*Chlorophyta*)
 - Класс Ульвофициевые (*Ulvophyceae*)
 - Порядок Улотриксковые (*Ulotrichales*)
 - Семейство Улотриксковые (*Ulotrichophyceae*)
 - Род Улотрикс (*Ulothrix*)
 - Вид Улотрикс опоясанный (*Ulothrix zonata*)
 - Порядок Десмидивые (*Desmidiiales*)
 - Род Клостериум (*Closterium*)
 - Вид *Closterium striolatum*
 - Класс Собственно зелёные водоросли, хлорофициевые (*Chlorophyceae*)
 - Порядок Хлорококковые (*Chlorococcales*)
 - Род Педиаструм (*Pediastrum*)
 - Вид *Pediastrum aspidisca*

- Порядок Хетофоровые (*Chaetophorales*)
 - Род Плеврококк (*Pleurococcus*)
 - Вид *Pleurococcus vulgaris*
 - Отдел Сине-зелёные водоросли (*Cyanophyta*)
 - Класс Хроококковые (*Chroococcophyceae*)
 - Порядок Хроококковые (*Chroococcales*)
 - Семейство Микроцистиевые (*Microcystidaceae*)
 - Род Микроцистис (*Microcystis*)
 - Вид *Microcystis aeruginosa*
 - Класс Гормогониевые (*Hormogoniophyceae*)
 - Порядок Осцилляториевые (*Oscillatoriales*)
 - Семейство Осцилляториевых (*Oscillatoriaceae*)
 - Род Формидиум (*Phormidium*)
 - Вид *Phormidium granulatum*
- Высшие растения
- Отдел Покрытосеменные, или цветковые растения (*Magnoliophyta*, или *Angiosperms*)
 - Класс Однодольные, или лилиописиды (*Monocotyledoneae*, *Liliopsida*)
 - Порядок Злакоцветные (*Poales*)
 - Семейство Злаки (*Poaceae*)
 - Род Манник (*Glyceria*)
 - Вид Манник крупный (*Glyceria maxima*)
 - Род Тростник (*Phragmites*)
 - Вид Тростник обыкновенный (*Phragmites australis*)
 - Порядок Частухоцветные (*Alismatales*)
 - Семейство Водокрасовые (*Hydrocharitaceae*)
 - Род Водокрас (*Hydrocharis*)
 - Вид Водокрас обыкновенный (*Hydrocharis morsus-ranae*)
 - Семейство Аронниковые, ароидные (*Araceae*)
 - Род Ряска (*Lemna*)
 - Вид Ряска малая (*Lemna minor*)
 - Семейство Рдестовые (*Potamogetonaceae*)
 - Род Рдест (*Potamogeton*)
 - Вид Рдест плавающий (*Potamogeton natans*)
 - Класс Двудольные, или магнолиописиды (*Dicotyledoneae*, *Magnoliopsida*)
 - Порядок Кувшинкоцветные (*Nymphaeales*)
 - Семейство Кувшинковые (*Nymphaeaceae*)
 - Род Кубышка (*Nuphar*)
 - Вид Кубышка жёлтая (*Nuphar lutea*)
 - Порядок Роголистникоцветные (*Ceratophyllales*)
 - Семейство Роголистниковые, роголистные (*Ceratophyllaceae*)
 - Род Роголистник (*Ceratophyllum*)
 - Вид Роголистник темно-зеленый (*Ceratophyllum demersum*)
 - Отдел Папоротниковидные, папоротники (*Polypodiophyta*)
 - Класс Хвощевые (*Equisetopsida*)
 - Порядок Хвощи (*Equisetales*)
 - Семейство Хвощевые (*Equisetaceae*)
 - Род Хвощи (*Equisetum*)
 - Вид Хвощ приречный, топяной (*Equisetum fluviatile*)

Анализ выявленных видов показал их различия в исследованных биотопах реки Мологи Пестовского района.

Биотоп I. Выявлено 10 представителей низших растений следующих видов: *Pleurosigma angulatum*, *Closterium striolatum*, *Synedra tabulata*, *Ulothrix zonata*, *Amphora ovalis*, *Fragilaria crotonensis*, *Pinnularia viridis*, *Surirella biseriata*, *Melosira micrografia*, *Cymbella ancyli cleve*; 6 видов высших растений: *Glyceria maxima*, - *Hydrocharis morsus ranae*, *Lemna minor*, *Potamogeton natans*, *Ceratophyllum demersum*, *Equisetum fluviatile*.

Synedra tabulata, *Amphora ovalis*, *Melosira micrografia*, *Glyceria maxima*, *Lemna minor*, *Equisetum fluviatile* по встречаемости являются массовыми видами.

К часто встречаемым видам относятся: *Pleurosigma angulatum*, *Pinnularia viridis*, *Surirella biseriata*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Potamogeton natans*.

Единично были встречены *Closterium striolatum*, *Fragilaria crotonensis*, *Cymbella ancyli cleve*, *Ceratophyllum demersum*.

В биотопе II обнаружено 9 видов низших растений: *Closterium striolatum*, *Cyclotella meneghiniana*, *Surirella biseriata*, *Navicula lacustris*, *Melosira micrografia*, *Nitzshia angustata*, *Synedra tabulate*, *Amphora ovalis*, *Cymbella ancyli cleve*, 6 видов высших: *Glyceria maxima*, *Phragmites australis*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Potamogeton natans*, *Nuphar lutea*, *Equisetum fluviatile*.

Массовыми видами по встречаемости являются: *Nitzshia angustata*, *Amphora ovalis*, *Navicula lacustris*, *Melosira micrografia*, *Synedra tabulata*, *Glyceria maxima*, *Nuphar lutea*, *Equisetum fluviatile*.

Реже встречались такие виды как: *Surirella biseriata*, *Cymbella ancyli cleve*, *Phragmites australis*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Potamogeton natans*.

Единично были встречены *Closterium striolatum*, *Cyclotella meneghiniana*.

В биотопе III среди низших растений выявлено 13 видов: *Pinnularia viridis*, *Navicula lacustris*, *Surirella biseriata*, *Pleurosigma angulatum*, *Synedra tabulata*, *Cymbella ancyli cleve*, *Closterium striolatum*, *Melosira micrografia*, *Microcystis aeruginosa*, *Pediastrum aspidisca*, *Phormidium granulatum*, *Ulothrix zonata*, *Pleurococcus vulgaris*. Высшие представлены 3 видами: *Glyceria maxima*, *Phragmites australis*, *Lemna minor*.

Navicula lacustris, *Melosira micrografia*, *Pleurococcus vulgaris*, *Synedra tabulate*, *Glyceria maxima*, *Lemna minor* встречались массово.

Часто встречаемые виды: *Pinnularia viridis*, *Surirella biseriata*, *Pleurosigma angulatum*, *Microcystis aeruginosa*, *Phragmites australis*.

Единично были встречены *Cymbella ancyli cleve*, *Closterium striolatum*, *Pediastrum aspidisca*, *Phormidium granulatum*, *Ulothrix zonata*.

Данный биотоп является самым многочисленным по наличию выявленных водорослей.

Прибрежно-водная и водная растительность используется в пищу животными разных групп – червями, брюхоногими моллюсками, ракообразными, насекомыми, рыбами, птицами и млекопитающими, а также влияет на рыбопродуктивность водоемов, так как заросли растений являются местом нереста и средой обитания молоди и взрослых рыб.

Гидрофлора водоемов участвует в формировании биоразнообразия водных и околоводных сообществ, качества воды, биологической продуктивности.

Установление видового состава кормовых растений дает необходимые данные для того, чтобы характеризовать значение растений в питании животных, а также определить индекс сапробности водоема.

Заключение. Было исследовано 3 биотопа реки Мологи Новгородской области с 2018 по 2019 год. За период исследования было выявлено 17 видов низших и 8 видов высших растений, относящихся к 5 отделам, 9 классам, 15 порядкам, 20 семействам.

Изучив и исследовав видовое разнообразие гидрофлоры реки Мологи, можно сделать вывод, что растительность исследованных районов реки разнообразна. Такое разнообразие обусловлено различием гидрологических условий, грунтов, прозрачности и т.д.

Видовой состав выявленных растений позволил определить сапробность на исследованных биотопах, среди растений-биодикторов были обнаружены такие виды как: *Melosira micrografia*, *Fragilaria crotonensis*, *Phormidium granulatum*, *Nuphar lutea*,

Ceratophyllum demersum, *Lemna minor*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Glyceria maxima*, *Equisetum fluviatile*. Таким образом, все биотопы относятся к β -мезосапробной зоне.

Список литературы

Бавтуто Г.А. 1997. Ботаника. Морфология и анатомия растений. М.: Высшая школа, 375 с.

Гарибова Л.В., Дундин Ю.К., Коптяева Т.Ф., Филин В.Р. 1978. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР. Издательство «Мысль», 321 с.

Гордеева Т.Н., Дроздова И.Н. 1986. Практический курс систематики растений: Учебное пособие для студентов биол. Спец. пед. ин-ов – 3-е изд., перераб., 224 с.

Гуричев А.А. 1966. Пресноводные водоросли: Пособие для учителя определитель. М.: Издательство «ПРОСВЕЩЕНИЕ», 110 с.

Значение водорослей [электронный ресурс]. URL: https://spravochnick.ru/biologiya/botanika_nauka_o_rastenyah_cho_izuchaet_botanika/znachenie_vodorosley/ (дата обращения 10.09.2019).

Комарницкий Н.А., Кудряшов Л.В. 2016. Ботаника. Систематика растений. М.: Альянс, 608 с.

Константинов А.С. 1986. Общая гидробиология. М.: Высшая школа, 472 с.

Молога (река) [электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Молога_\(река\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Молога_(река)) (дата обращения 27.09.2019).

Река Молога [электронный ресурс]. URL: https://water-ru.ru/Водные_объекты/1173/Молога (дата обращения 28.09.2019).

Садчиков А.П., Кудряшов М.А. 2005. Гидробиология: Прибрежно-водная растительность. Учеб. Пособие для студ. Высш. Учеб. Заведений. М.: Издательский центр «Академия», 240 с.

Хржановский В.Г. 1982. Курс общей ботаники (систематика растений). М.: Высшая школа, 544 с.

Динамика состояния запасов водных биологических ресурсов озерно-речной системы Алтая

А.Ю. Лукерин, И.Ю. Теряева, Н.В. Зеленцов, А.Н. Трофимов

Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО»), г. Барнаул
e-mail: artemiaalt@mail.ru

Ключевые слова: динамика состояния, состояние запаса, водные биоресурсы, добыча (вылов).

Аннотация: Проведены исследования особенностей распространения, численности и воспроизводства водных биоресурсов верховьев р. Обь в границах Алтайского края. Изучены основные факторы влияния на состояние промысловой базы водных биоресурсов р. Обь.

Ввиду удалённости Алтайского края от морских районов промысла водных биоресурсов, внутренние водоёмы региона являются важными источниками местной рыбной продукции. Данная продукция, как правило, распространяется и перерабатывается в непосредственной близости от водного объекта, из которого была изъята рыба. В связи со стабильным потребительским спросом населения, перед рыбохозяйственными организациями различных форм собственности встаёт задача сохранения и преумножения рыбных запасов региона. Выполнение поставленной задачи возможно лишь при условии изучения природных и антропогенных факторов, определяющих рыбопродуктивность водоёмов, а также рационального использования водных биологических ресурсов.

В последние 10–15 лет на большинстве водоёмов Алтайского края интенсивность промысла рыбы чрезвычайно низка, это вызвано рядом административных причин. Однако на выделенных рыболовных участках интенсивность напротив, постоянно растёт, что демонстрирует высокую заинтересованность пользователей и заставляет задуматься о рациональном использовании водных биоресурсов (Зеленцов, Михайлов, 2010; Веснина).

Исходя из вышесказанного следует, что изучение особенностей распространения, численности и воспроизводства водных биоресурсов Верховьев р. Обь имеет научный и практический интерес.

Река Обь в Алтайском крае относится к основным рыбохозяйственным водным объектам. Ихтиофауна реки Обь в границах Алтайского края насчитывает около 30 видов рыб, однако промысловое значение имеют всего 9, в том числе: лещ (*Abramis brama*), карась (виды рода *Carassius*), сазан (*Cyprinus carpio*), плотва (*Rutilus rutilus*), язь (*Leuciscus idus*), судак (*Sander lucioperca*), окунь пресноводный (*Perca fluviatilis*), щука (виды рода *Esox*) и налим (*Lota lota*). На акватории реки Обь в административных границах Алтайского края сформировано 23 рыболовных участка, закрепленных за четырьмя пользователями: ОАО «Каменский рыбозавод» (62,0%), ООО «Магтал» (21,0%), ООО «Дельта-Фиш» (15,0%) и ИП «Искрин» (2,0%).

В видовой структуре промысловых уловов доминирующее положение занимает лещ. В 2018 г. промысловое изъятие леща составило 148,0 т, или 50,0% от общего освоения всех промысловых видов рыб (рис. 1).

Состояние запаса леща в верховьях реки Обь (в границах Алтайского края) в последние годы имеет тренд на увеличение. Наименьшая величина рекомендованного вылова за последние 10 лет зафиксирована в 2011–2012 гг., когда его величина составила немного больше 80,0 т. Данный показатель объясняется особенностями гидрологического уровня реки Обь в 2007–2009 гг., когда, в результате резких колебаний уровня воды в нерестовый период, было осушено около 30,0% нерестовых площадей, что привело к гибели отложенной на них икры. Также на состояние запасов леща повлияло повышенное

его изъятие в 2010 г., что было связано с периодом адаптации использования новой методики оценки запасов рыб на данном водном объекте. При этом оправдываемость оценки рекомендованного вылова редко снижается ниже 95,0% (рис. 2), что преимущественно связано с качеством ведения промысла рыбодобывающими организациями (пользователями рыболовных участков). По состоянию на 2018 г. величина рекомендуемого вылова леща в реке Обь увеличилась от 81,7 до 148,0 т и была полностью освоена пользователями. Средняя величина оправдываемости прогноза вылова за последние 10 лет составила 97,5%.

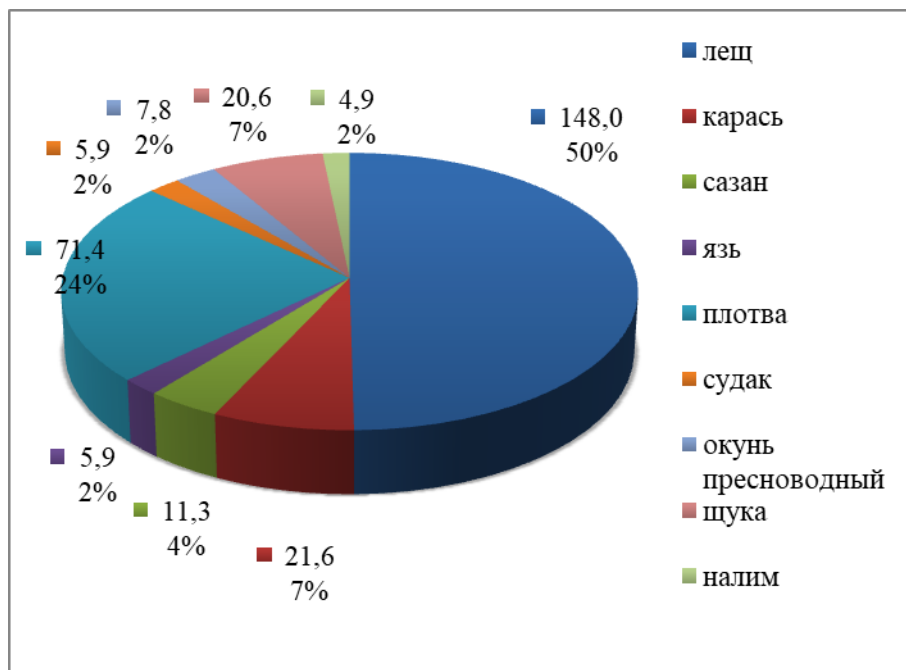


Рис. 1. Видовая структура промысловых уловов на реке Обь в границах Алтайского края, 2018 г. (в тоннах).

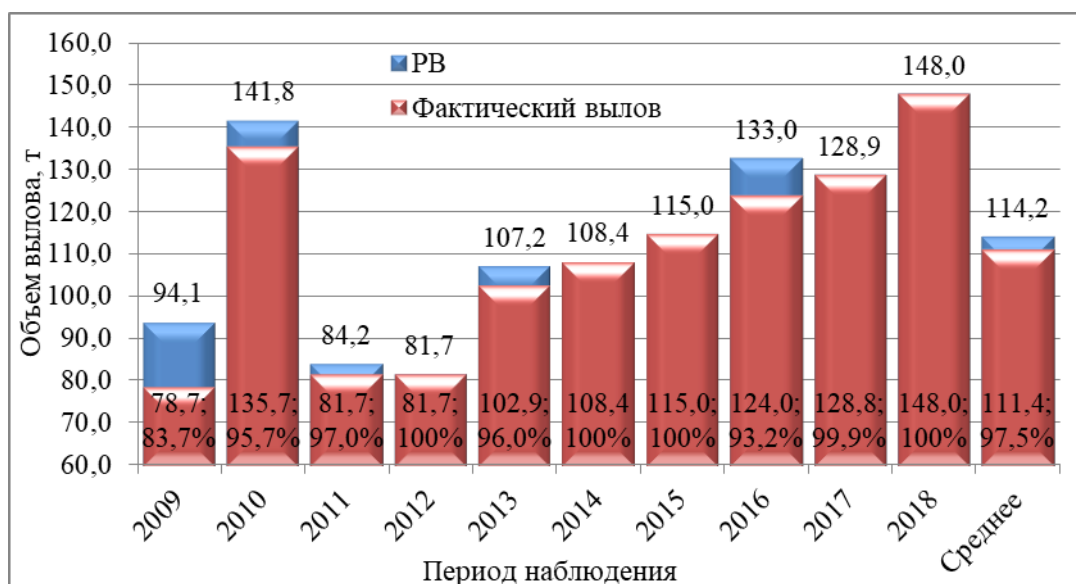


Рис. 2. Динамика величины рекомендуемого и фактического вылова леща в реке Обь в границах Алтайского края, 2009 – 2018 гг.

Вторым по численности промысловым видом в реке Обь в границах Алтайского края отмечена плотва, на долю которой приходится около $\frac{1}{4}$ от общего объема вылова (рис. 1). Как и у леща, у плотвы за последние 8 лет наблюдается стабильное увеличение

промыслового запаса от 81,7 до 148,0 т. Основным фактором, влияющим на повышение промысловой численности большинства видов ихтиофауны реки Обь отмечен благоприятный гидрологический режим в весенний нерестовый период с 2016 г. Величина оправдываемости прогноза за рассматриваемый период составляет в среднем 97,2% (рис. 3).

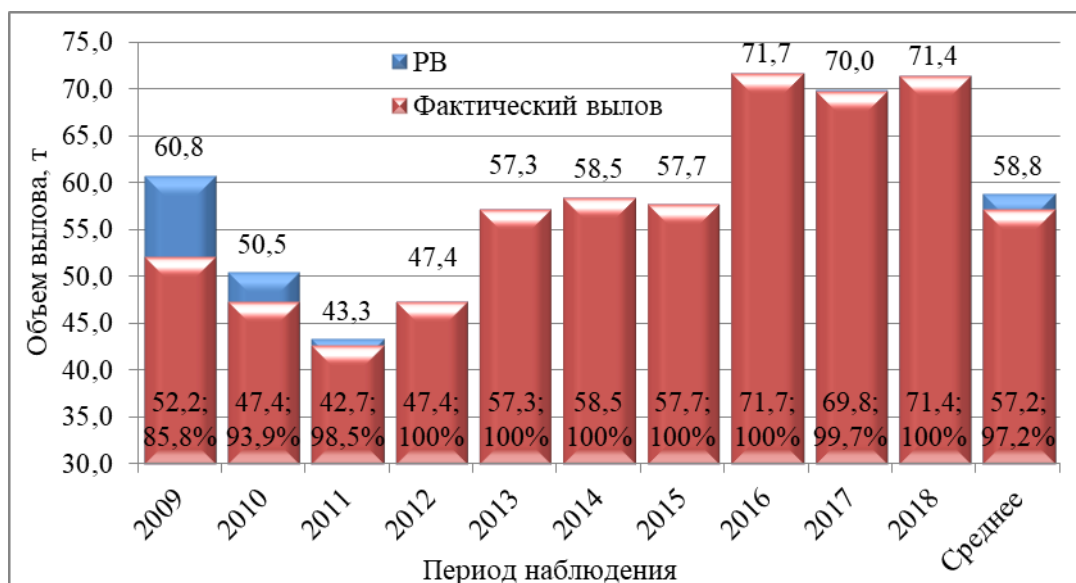


Рис. 3. Динамика величины рекомендуемого и фактического вылова плотвы в реке Обь в границах Алтайского края, 2009 – 2018 гг.

По данным промысловой статистики в 2018 г. уловы щуки и карася в реке Обь составляли 20,6 и 21,6 т, что в структуре общего улова занимает по 7,0% для каждого вида (рис. 2). Следует отметить, что за период 2009-2017 гг. уловы щуки имели тенденцию к ежегодному увеличению от 2,1 до 20,6 т (рис. 4), что в первую очередь связано с благоприятным протеканием нереста в последние годы. При сравнении величины фактического промыслового изъятия данного вида с прогнозируемым, оправдываемость прогноза составляет в среднем 94,5%.

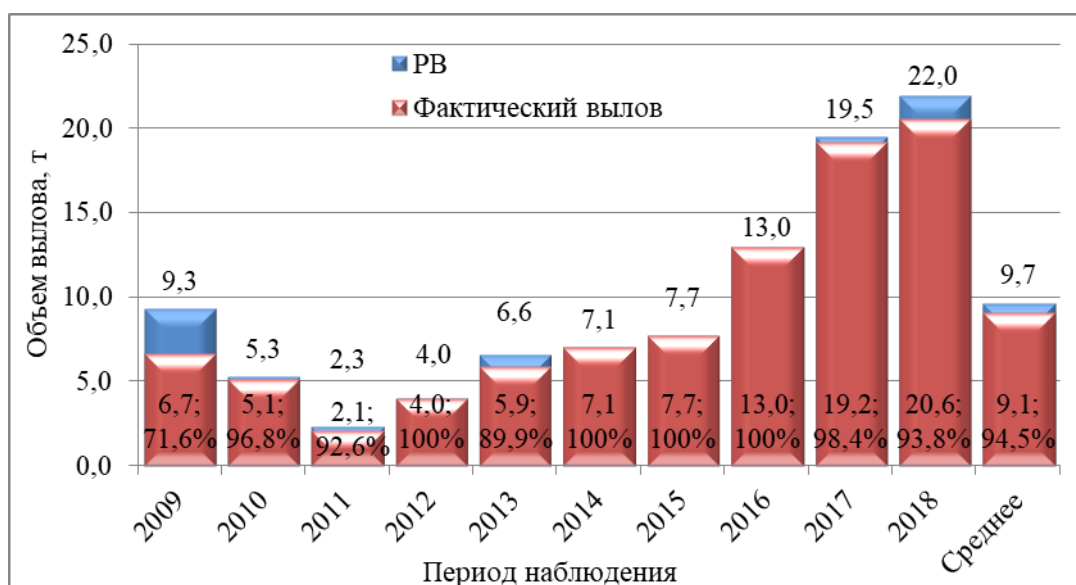


Рис. 4. Динамика величины рекомендуемого и фактического вылова щуки в реке Обь в границах Алтайского края, 2009-2018 гг.

Численность карася в уловах в рассматриваемый период имела динамический характер (рис. 5). Поскольку карась относится к видам с порционным протеканием нереста, гидрологический режим реки Обь в весенний период оказывает незначительное влияние на величину пополнения промыслового запаса. В последние годы прослеживается тенденция к увеличению численности данного вида водного биоресурса. Низкое значение рекомендуемого вылова карася в 2011 г. связано в большей степени с переходом на новый метод оценки запаса, в последующие годы оправдываемость прогноза вылова колебалась от 90,0 до 100,0%.

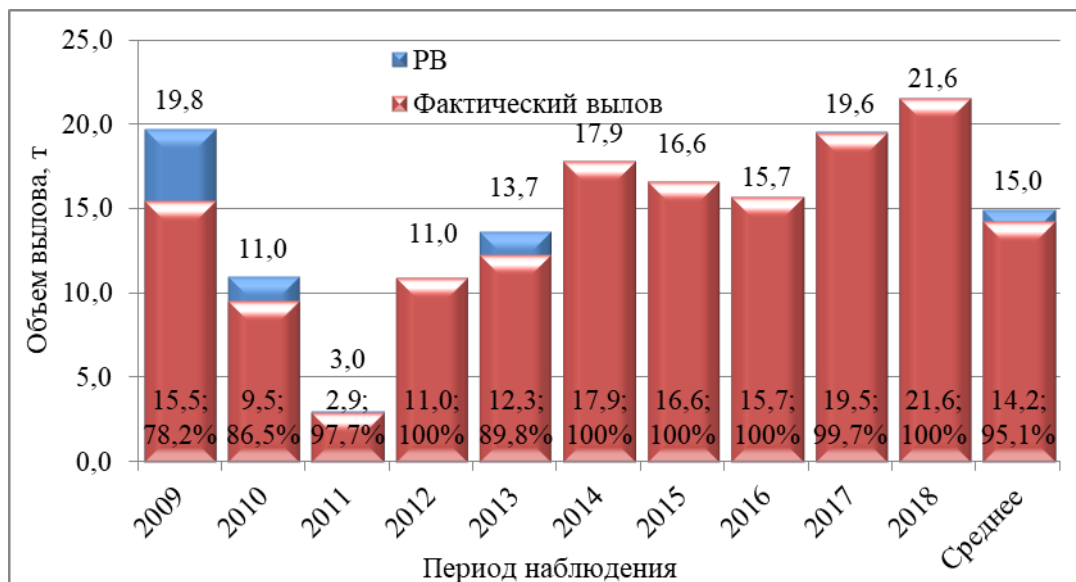


Рис. 5. Динамика величины рекомендуемого и фактического вылова карася в реке Обь в границах Алтайского края, 2009 – 2018 гг.

Сазан в структуре промысловой ихтиофауны реки Обь составляет около 4,0% (рис. 1), за десятилетний период его промысловый запас увеличился в десятки раз. За период с 2009 по 2018 гг. величина промыслового изъятия данного вида возросла с 0,2 до 11,3 т (рис. 6). Сазан относится к весенненерестующим видам рыб с единовременным нерестом, однако, помимо благоприятного гидрологического режима реки Обь, на возросшую численность сазана оказали влияние работы по искусственному воспроизводству, проводимые в рамках компенсационных мероприятий от воздействия строительства, водопользования и иной антропогенной деятельности. За период с 2014 по 2018 гг. в реку Обь в границах Алтайского края ежегодно проводился выпуск подращенной личинки сазана в количестве от 163,5 до 581,1 тыс. экз.

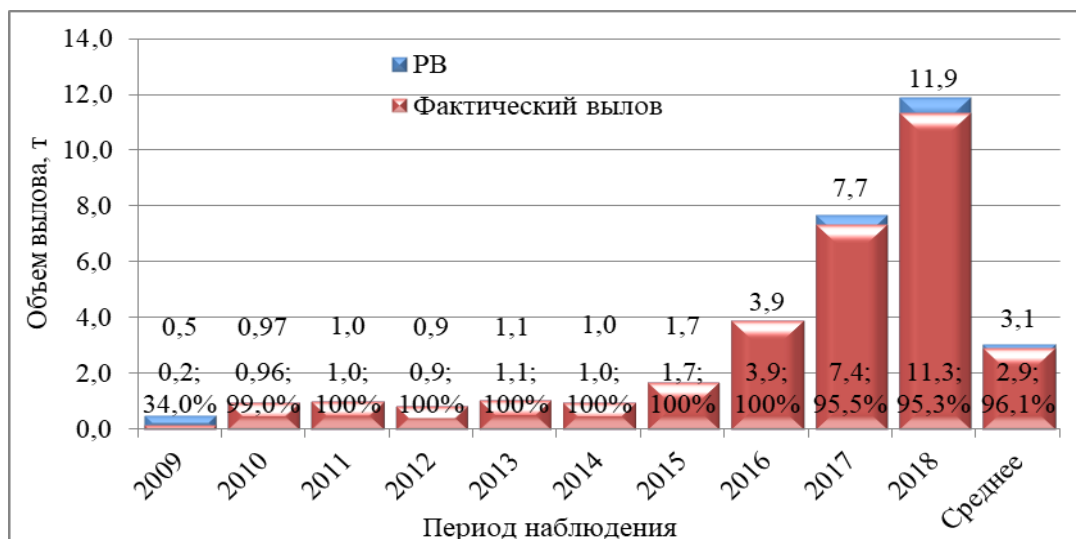


Рис. 6. Динамика величины рекомендуемого и фактического вылова сазана в реке Обь в границах Алтайского края за период 2009-2018 гг.

Прочие виды промысловой ихтиофауны (судак, окунь пресноводный, язь и налим) в общей структуре занимают около 2,0% каждый (всего 8,0 %). Суммарный вылов данных видов рыб в 2018 г. составил 24,5 т (рис. 7). В ретроспективном ряду промысловых уловов, как и большинству ранее описанных видов, наблюдается тенденция к увеличению промыслового запаса и, как следствие, величине промыслового изъятия. Среднее значение оправдываемости прогноза составляет 96,1%.

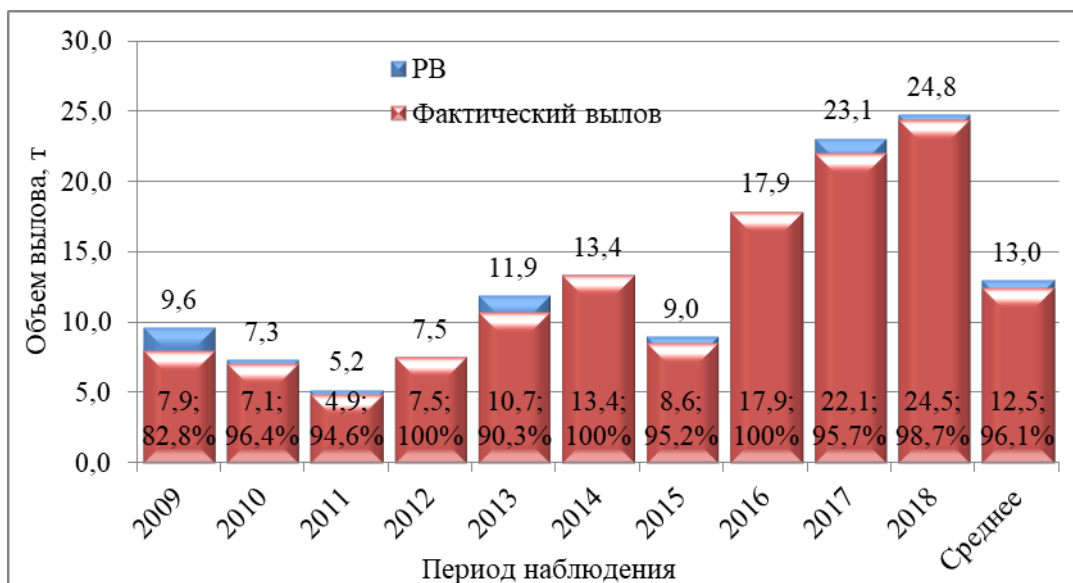


Рис. 7. Динамика величины рекомендуемого и фактического вылова сазана в реке Обь в границах Алтайского края, 2009-2018 гг.

В ходе наших мониторинговых наблюдений на реке Обь в границах Алтайского края за продолжительный период по основным промысловым видам водных биоресурсов накоплены данные по величине промыслового изъятия, размерно-возрастному распределению, генеративной активности (темпы полового созревания, плодовитость), а также показатели среды обитания (биотические, абиотические и антропогенные). На основании имеющихся данных для оценки запасов ихтиофауны в реке Обь в границах Алтайского края информационное обеспечение расчета прогноза относится к III уровню по

причине отсутствия полноценных данных о величине промыслового усилия и улова на усилии.

Для оценки запасов большинства видов (за исключением налима) возможно применение математической модели метода восстановленного запаса рыб (ВЗР), который предполагает наличие данных о величине ежегодного промыслового изъятия и динамике размерно-возрастного распределения стада. Данный метод применяется для прогнозирования запасов большинства промысловых видов рыб в реке Обь в границах Алтайского края более 8 лет и имеет высокий уровень оправдываемости.

Список литературы

Веснина Л.В. 2011. Биологическая продуктивность и перспективы освоения гипергалинных озер Сибири. «О развитии рыбохозяйственного комплекса Сибири»: материалы окружного совещания. Новосибирск, 61-71.

Зеленцов Н.В., Михайлов А.В. 2010. Состояние промысла и перспективы повышения рыбопродуктивности водоемов Алтайского края. Материалы международной научной конференции «Современное состояние водных биоресурсов и экосистем морских и пресных вод России: проблемы и пути». Ростов-на-Дону, 233-236.

Опресняющий фактор и запасы цист артемии в многоводный период в озере Кулундинское Алтайского края

Г.В. Лукерина, Л.В. Веснина, Д.А. Сурков, А.В. Савоськин, О.Я. Горбачевская, Г.Д. Толкушкина

Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО»), г. Барнаул
e-mail: artemiaalt@mail.ru

Ключевые слова: артемия, артемия (на стадии цист), абиотические факторы добыча (вылов), биоресурс.

Аннотация: Проведены гидрохимические и гидробиологические исследования условий обитания рачка артемии (на стадии цист) в озере Кулундинское в вегетационный период 2019 г. Получены данные о изменении состояния запасов артемии (на стадии цист) в результате опреснения воды гипергалинного озера

Алтайским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» проводятся мониторинговые исследования гипергалинных водоемов с 2000 г. Основным представителем зоопланктона минерализованных озер является жаброногий рачок артемия (*Artemia* Leach 1819). Ежегодные исследования на протяжении всего вегетационного сезона (апрель-октябрь) позволяют получить достоверные сведения о состоянии и особенностях развития популяции артемии в каждом исследуемом водоеме. Рачок артемия важен для гипергалинных озер как объект, хорошо поддающийся наблюдению и концентрирующий в своей биоте основные потоки вещества и энергии экосистемы озер, а также испытывающий прямое и косвенное антропогенное влияние через добычу (вылов) артемии (на стадии цист) и биомассы рачка, изъятие иловых масс и песка, загрязнение водосбора и акватории, возрастающие масштабы рекреации. Других равноценных артемии индикаторов состояния экосистем гипергалинных озер не существует.

Подавляющее количество гипергалинных озер Алтайского края (58,9%) по площади относятся к малым водоемам, к средним и большим – по 8 озер, очень больших только 3 (Кулундинское, Кучукское и Большое Яровое). По многолетним наблюдениям сумма солей в водоемах колеблется в широких пределах (от 60,0 до 320,0 г/л), большинство водоемов удовлетворяют потребностям развития и размножения жаброногого рачка артемии.

В сложившихся климатических и гидрологических условиях 2019 г. популяции рачка в водоемах Алтайского края развивалась в условиях повышенной водности, что повлияло на изменение продуктивности водоемов. Уровень солености воды озера Кулундинское способствовал развитию комплекса солоноватоводных видов зоопланктона, создающих пищевую конкуренцию для рачков артемии. Цель данной работы изучение влияния опреснения озерной воды в многоводный период на запасы артемии (на стадии цист) в озере Кулундинское Благовещенского района на 2019 г.

В результате проведенных в 2019 г. гидробиологических исследований нами получены данные об условиях среды обитания популяций рачка артемии (температурный режим, соленость и химический состав воды), необходимые для расчета промыслового запаса биоресурса, численные характеристики разновозрастных рачков и цист артемии. Прослежена динамика изменения размерно-возрастной структуры популяций артемии, а также особенности развития биоты водоема в условиях опреснения.

В апреле обширная акватория озера Кулундинское находилась подо льдом, забереги отмечались вдоль западного побережья (рис. 1), что не наблюдалось в маловодный период.

Гидробиологическая съемка в июле-сентябре проводилась на литоральных и глубоководных участках озера Кулундинское, в октябре только на литоральных.

За вегетационный период 2019 г. на озере Кулундинское было отобрано 226 проб зоопланктона с 28 глубоководных и 12 литоральных участках водоема, а также 9 проб на гидрохимический состав. В июле в полевых условиях измерена плодовитость у 50 экз. живых овулятивных самок артемии.



Рис. 1. Акватория озера Кулундинское Алтайский край, апрель 2019 г.

В естественных условиях соляных озер главными факторами, лимитирующими развитие популяции артемии, становятся температура рапы, уровень солености воды и производная гидрологических условий на водосборе и в водоемах – уровенный режим (Воронов, 1982; Веснина, 2002; Лисицина, 2006).

По данным метеопоста «Благовещенка» среднемесячная температура воздуха в апреле 2019 г. составляла 5,9 °С, в мае – 12,8 °С, что находится на уровне среднееголетних значений. Положительная среднесуточная температура установилась во второй декаде апреля. В мае наблюдались колебания среднесуточных температур, стабильный переход через +10,0 °С отмечался с третьей декады. Среднемесячная температура июня составляла 17,7 °С, что на 2,6 °С ниже среднееголетнего значения. В июне не наблюдалось стабильного перехода среднесуточной температуры выше 20,0 °С (зона оптимума для полового созревания). Температурный режим в период апрель – июнь на территории Алтайского края не выходил за критические значения для развития популяций артемии, однако значительные колебания среднесуточной температуры и более низкие температуры в июне по сравнению со среднееголетними способствовали высокому уровню смертности среди ранних стадий развития рачков и замедлению процесса половозрелости. Среднемесячная температура июля составляла 22,1 °С, на 0,8 °С выше нормы. В летне-осенний период температурные условия находились на уровне среднееголетних значений (рис. 2). Количество градусодней с суммой активных температур выше 10,0 °С в вегетационный период 2019 г. составляло 2432, что находится на нижней границе значений, полученных по многолетним наблюдениям (2483 – 3110).

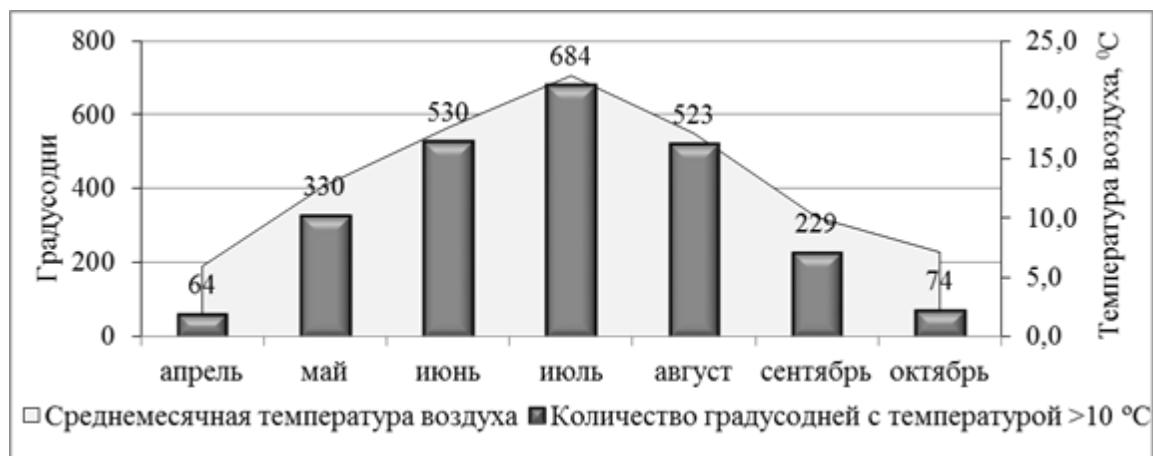


Рис. 2. Температурные условия в вегетационный период 2019 г.

Температура поверхностного слоя воды в озере Кулундинское в апреле – июле 2019 г. колебалась в пределах 0,0 – 23,0 °С. Прозрачность воды по диску Секки в глубоководной части озера составляла 0,7 – 0,9 м, в литоральной – 0,1 – 0,6 м. В летне-осенний период наблюдалось снижение температуры воды до 13,8 – 8,3 °С. Содержание растворенного в воде кислорода в летне-осенний период превышало многолетние значения.

В весенний период 2019 г., соленость воды озера Кулундинское составляла $32,0 \pm 1,6$ г/л, в летний период наблюдалось увеличение сухого остатка до $86,94 \pm 4,35$. В осенний период значительных изменений содержания сухого остатка в воде озера Кулундинское не наблюдалось.

Таким образом, уровень солёности воды в озере Кулундинское в мае-октябре 2019 г. был ниже среднееголетних значений в среднем на 28,1 %.

Солёность и плотность воды играют значительную роль при формировании промысловых скоплений цист артемии, обуславливая их плавучесть в толще воды. В условиях опыта были определены границы устойчивой плавучести в солёности от 30,0 до 160,0 г/л для цист из озера Кулундинское. Визуальные наблюдения показали, что при 30,0 г/л происходит расслоение фракций скорлупа – диапаузирующее яйцо: легкая скорлупа всплывает, цисты остаются на дне сосуда. При солёности 70,0 – 80,0 г/л во взвешенном состоянии в пределах центра сосуда находится до 50,0% цист, при дальнейшем увеличении солёности до 90,0 г/л в поверхностных слоях собирается более 60,0% диапаузирующих яиц, и происходит образование их тонкой поверхностной пленки. При солёности 100,0 – 130,0 г/л происходит уплотнение поверхностного слоя и около 70,0% цист сосредотачивается у поверхности; часть их остается во взвешенном состоянии по всей толще сосуда, около 5,0% остается на дне. При солёности 160,0 г/л вся масса цист на поверхности сбивается в плотное скопление, на дне – около 5,0%, чаще деформированные или загрязненные включениями (Соловов, Студеникина, 1990; Веснина 2002а).

Уровень солёности рапы в озере Кулундинское в летне-осенний период 2019 г. (76,0-88,6 г/л) находился на нижней границе значений для образования скоплений цист артемии на поверхности воды и не способствовал уплотнению скоплений. При таком уровне солёности на поверхности воды могла образовываться тонкая пленка цист артемии, большая их часть находилась в дисперсном состоянии в толще воды. Таким образом, даже имеющиеся в озере запасы артемии (на стадии цист) не образовывали промысловых скоплений и не имели значения для добычи (вылова).

Зоопланктон озера Кулундинское на момент гидробиологической съемки в апреле был представлен науплиусами и цистами рачка артемии, а также представителями коловраток (*Hexarthra mira* Hudson) и веслоногих ракообразных (науплии и рачки *Cletocamptus retrogressus* Schmankevitsch). Отмечались эфиппиумы ветвистоусых рачков. Численность науплиусов артемии в среднем по озеру составляла $0,19 \pm 0,07$ тыс. экз/м³,

численность цист – $42,60 \pm 6,70$. В процентном соотношении преобладали цисты рачка артемия (75,0%), науплиусы артемии составляли 0,3% от общей численности представителей зоопланктона. Низкая соленость воды способствовала вымыванию со дна цист и их гидратации. Однако, низкая температура воды препятствовала массовому выклеву науплиусов.

В мае численность представителей зоопланктона возросла, при этом в процентном соотношении стали преобладать представители коловраток и веслоногих ракообразных (81,0% от общей численности зоопланктона). Популяция артемии была представлена ранними стадиями развития (науплиусы, ювенильные), средняя по станциям численность разновозрастных рачков составляла $16,11 \pm 4,24$ тыс. экз/м³ (6,2% от общей численности зоопланктона). Цисты артемии в толще воды по станциям распределялись относительно равномерно, их средняя численность была незначительной и составляла $33,45 \pm 2,13$ тыс. экз/м³.

В июне популяция артемии была представлена всеми возрастными стадиями с преобладанием предвзрослых особей (82,4% от общей численности рачков или $15,04 \pm 3,27$ тыс. экз/м³). Численность половозрелых самок была незначительной, у большинства (94,0%) в их овисаках присутствовал неоформленный семенной материал, у незначительной доли – летние яйца. Численность самок составляла в среднем $0,11 \pm 0,03$ тыс. экз/м³. Относительно высокие показатели предвзрослых особей и незначительная доля половозрелых свидетельствует о более растянутом периоде полового созревания из-за недостатка тепла. Пищевых ресурсов в водоеме в этот период было достаточно, о чем свидетельствуют заполненные кишечники и большое количество экскриментов, лентой тянущейся за рачками. Плотность рачков по акватории озера отмечалась неравномерной. В юго-западной части водоема и вдоль западного побережья численность рачков всех стадий развития колебалась от 13,95 до 46,20 тыс. экз/м³, в северной части водоема рачки встречались в единичных экземплярах.

Численность цист артемии, свободноплавающей в толще воды, в среднем по станциям составляла $24,86 \pm 1,77$ тыс. экз/м³. Распределение цист по акватории было относительно равномерным, их плотность колебалась в пределах 18,00 – 31,00 тыс. экз/м³.

Численность прочих представителей зоопланктона (*Hexarthra mira*, *Cletocamptus retrogressus* и др.) составляла в среднем $165,09 \pm 38,71$ тыс. экз/м³. Таким образом, доля артемии (рачков и цист) в составе зоопланктона озера Кулундинское в июне составляла 20,7% (табл.).

Таблица. Численные показатели зоопланктона озера Кулундинское Алтайский край, 2019 г.

| Представители зоопланктона | | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| Численность рачков артемии разных стадий развития, тыс. экз./м ³ | Науплиусы | $0,19 \pm 0,07$ | $8,67 \pm 2,39$ | $1,70 \pm 1,0$ | $31,15 \pm 6,67$ | $1,43 \pm 0,43$ | $13,52 \pm 4,18$ | $2,41 \pm 0,35$ |
| | Ювенильные | | $7,37 \pm 2,13$ | $1,40 \pm 0,55$ | $1,79 \pm 0,52$ | $0,99 \pm 0,17$ | $0,49 \pm 0,12$ | $0,93 \pm 0,16$ |
| | Предвзрослые | | $0,07 \pm 0,03$ | $15,04 \pm 3,27$ | $0,78 \pm 0,14$ | $0,17 \pm 0,03$ | $0,01 \pm 0,01$ | $0,81 \pm 0,11$ |
| | Половозрелые | | | $0,11 \pm 0,03$ | $0,25 \pm 0,04$ | $0,17 \pm 0,04$ | $0,09 \pm 0,02$ | $0,26 \pm 0,05$ |
| | Цисты | $42,60 \pm 6,70$ | $33,45 \pm 2,13$ | $24,86 \pm 1,77$ | $21,86 \pm 1,037$ | $20,07 \pm 3,54$ | $27,18 \pm 2,45$ | $71,45 \pm 4,130$ |
| Прочие зоопланктеры, тыс. | Rotifera | $0,12 \pm 0,06$ | $65,71 \pm 13,79$ | $123,78 \pm 32,52$ | $205,15 \pm 19,16$ | $97,68 \pm 2,54$ | $236,22 \pm 30,60$ | $153,19 \pm 24,32$ |
| | Cladocera | $0,06 \pm 0,05$ | 0 | $0,09 \pm 0,07$ | $84,94 \pm 6,72$ | $42,99 \pm 0,59$ | $12,88 \pm 1,95$ | 0 |

| | | | | | | | | |
|--------------------|--------------|----------------|------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| экз/м ³ | Сорепод
а | 13,85±
5,04 | 143,41±
42,76 | 41,23±6,
12 | 29,34±9,
59 | 0,64±0,
12 | 10,49±3,
85 | 1,47±0,5
1 |
|--------------------|--------------|----------------|------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|---------------|

В пробах зоопланктона в июле в большом количестве отмечены неполовозрелые особи, прежде всего науплии (в основном «парашюты» и ортонауплиусы), со средней численностью – 37,56±12,46 тыс. экз/м³, что составляет 95,0% от общей численности разновозрастных рачков. Такой всплеск плотности науплиусов, по-видимому, обусловлен преимущественно живорождением у самок первой генерации, а также вылуплением из цист, имеющих в толще воды. Поэтому прироста планктонных цист не наблюдалось, их средняя по озеру численность сократилась в 3,5 раза по сравнению с предыдущим месяцем. Численные показатели ювенильных и предвзрослых особей также снизились на 31,4 и 94,5% соответственно (табл.). Численность половозрелых самок составляла 0,30±0,06 тыс. экз/м³, самцы встречались единично, их средняя по станциям численность составляла 0,01±0,004 тыс. экз/м³ (3,0% от общей численности половозрелых особей).

Численность солоноватоводных представителей зоопланктона возросла до 277,98±43,87 тыс. экз/м³. Доминировал вид рода *Brachionus* Pallas. Таким образом, доля рачков артемии в составе зоопланктона составляла 12,2%, цист артемии – 2,2%.

Плодовитость половозрелых самок с цистоношением, определенная в полевых условиях на живом материале, составляла 52,2±5,5 экз/особь. Цистоношение отмечено у 60,0% половозрелых самок, доля самок с живорождением составляла 2,0%, с летними яйцами – 16,0%, у 22,0% наблюдались неоформленные половые продукты.

По результатам обработки гидробиологического материала за август, в озере Кулундинское доля рачков артемии в составе зоопланктона составляла 1,7%, доля артемии (на стадии цист) – 12,2%. Прочие солоноватоводные виды преобладали, составляя 86,1%. Численность солоноватоводных представителей зоопланктона в августе составляла 141,31±23,25 тыс. экз/м³. Доминировал вид рода *Brachionus* Pallas.

Численность рачков артемии в августе сократилась по сравнению с показателями июля на 91,8% и составляла 2,77±0,28 тыс. экз/м³, главным образом за счет значительного сокращения численности науплиусов (табл.). В озере не наблюдалось прироста численности артемии (на стадии цист), несмотря на отсутствие добычи (вылова) данного биоресурса. Скопления цист не было обнаружено ни в прилегающей прибрежной полосе, ни на поверхности воды.

Половозрелые самки артемии встречались в основном в глубоководной части озера (средняя численность 0,33±0,05 тыс. экз/м³), в пробах с литоральных участков отмечались единично (0,02±0,01 тыс. экз/м³). Средняя численность самок по озеру составляла 0,17±0,04 тыс. экз/м³. В овисаках и яйцеводах наблюдались неоформленные половые продукты, яйцевые мешки с небольшими размерами. Определить плодовитость самок не представлялось возможным.

В сентябре средняя численность рачков артемии по озеру составляла 14,11±4,22 тыс. экз/м³, цист в составе планктона – 27,18±2,45 тыс. экз/м³, средняя численность прочих видов зоопланктона – 259,59±32,36 тыс. экз/м³. Таким образом, в процентном соотношении, по-прежнему, доминировали солоноватоводные представители, главным образом коловратки – 86,3%. На долю рачков и цист артемии приходилось 4,7 и 9,0% соответственно. Увеличение численности рачков по сравнению с прошлым месяцем обусловлено ростом плотности ранних стадий развития (науплиусов). Предвзрослые и половозрелые особи встречались в единичных экземплярах. Определить плодовитость не представлялось возможным.

В октябре наблюдалось закономерное уменьшение численных показателей всех групп зоопланктона. Средняя численность разновозрастных рачков артемии по озеру составляла 1,60±0,48 тыс. экз/м³. Из них на долю науплиусов приходилось 54,7%, половозрелые особи составляли 5,9%. Численность цист в составе зоопланктона была самой высокой по сравнению с показателями мая-сентября 2019 г. Однако, даже эта величина (71,45±41,30 тыс. экз/м³) в 3,3 раза (на 70,1%) ниже среднееголетнего показателя (238,88±42,02 тыс. экз/м³ – 2001–2018 гг.). Промысловых выбросов артемии (на стадии цист) в осенний период не

обнаружено. Численность прочих зоопланктеров составляла $154,66 \pm 24,83$ тыс. экз/м³, в процентном соотношении с рачками и цистами артемии – 67,9%.

Добыча (вылов) артемии (на стадии цист) на озере Кулундинское в вегетационный период 2019 г., как и в предыдущие 2017-2018 годы, отсутствовала.

Прогноз рекомендованного объема вылова артемии (на стадии цист) в озере Кулундинское на 2019 г. установлен в объеме 453,0 т с двухгодичной заблаговременностью. Однако, полученные данные в вегетационный период по численным характеристикам рачка артемии и ее цист свидетельствуют о необходимости корректировки установленных запасов (Методические рекомендации..., 2019).

Акватория озера Кулундинское – 720,0 – 728,0 км², нами для расчета принята площадь 728,0 км² в связи с увеличением объема водной массы и затопления литоральных участков в условиях многоводного периода. Средняя глубина водоема – 2,0 м, максимальная – 3,6 м. Глубина, принятая для расчета – 1,0 м, так как около 70 % акватории озера – мелководные участки с глубинами 0,5 – 1,2 м.

Таким образом, запас артемии (на стадии цист) в озере Кулундинское по продуктивности составляет 7,4 кг/га и характеризует водоем как не перспективный для промысла в сезоне 2019 г.

Наблюдается тенденция снижения средней солености воды в озере Кулундинское: в период с 2008 по 2015 г. Среднегодовая соленость колебалась в пределах 101,35-146,18 г/л. В 2017 г. этот показатель уменьшился до 92,4 г/л, средняя соленость в 2018 г. составляла 81,2; в 2019 г. – 77,4 г/л. Цисты в воде озера находятся в дисперсном состоянии и недоступны для осуществления добычи (вылова) биоресурса. Опреснение воды в период 2017-2019 гг. привело к доминированию солоноватоводных беспозвоночных представителей Rotifera. Доля рачков артемии и их цист в составе зоопланктона в 2019 г. в среднем не превышала 18,8%.

Таким образом, при минерализации воды менее 90 г/л, добыча (вылов) артемии (на стадии цист) не осуществлялась в озере Кулундинское в 2017; в 2018; в 2019 годах.

Список литературы

Веснина Л.В. 2002. Влияние факторов среды на динамику численности и биомассу *Artemia* sp. в озере Кулундинское. Сибирский экологический журнал 6, 637-646.

Веснина Л.В. 2002а. Зоопланктон озерных экосистем равнины Алтайского края. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 158 с.

Воронов П.М. 1982. Влияние температуры на рост и созревание *Artemia salina*. Зоол. журн. 61, 1594-1596.

Лисицина Т.О. 2006. Влияние факторов среды на изменение видового состава и численности зоопланктона в озере Кулундинское. Рыбоводство и рыбное хозяйство 4, 15-18.

Методические рекомендации по оценке запаса и прогнозированию рекомендованного объема добычи (вылова) артемии. 2019. Литвиненко Л.И., Бизиков В.А., Ковачева Н.П., Саенко Е.М., Веснина Л.В., Куцанов К.В., Семик А.М., Паршин-Чудин А.В. М.: Изд-во ВНИРО, 50 с.

Состояние запасов и перспективы промысла шримсов в северо-западной части Охотского моря

В.С. Лукьянов, А.Ю. Поваров, Д.Н. Юрьев

Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ХабаровскНИРО», г. Хабаровск)
e-mail: khv@tinro.khv.ru

Ключевые слова: Северо-западная часть Охотского моря, шримсы, распределение, промысел.

Аннотация: Приводятся данные о распределении и промысловых запасах шримса-медвежонка шипастого *Sclerocrangon salebrosa* и козырькового шримса *Argis lar* по результатам учетной траловой съемки, выполненной в северо-западной части Охотского моря западнее 146° в.д. в июле-августе 2019 г. По данным за период с 2015 по 2019 гг. рассматривается состояние промысла и состав уловов шримсов в районе Сахалинского залива, где с 2014 г. ведется их добыча.

В последнее время отмечается растущий спрос на продукцию из ранее не востребованных видов креветок дальневосточных морей, проводится поиск их плотных поселений, открываются новые районы промысла. Так, в Татарском проливе Японского моря на обнаруженных в 2009 г. во время учетной траловой съемки скоплениях крупной углохвостой креветки был организован, и с 2014 г. ведется, ее специализированный промысел с годовым выловом до 3 тыс. т (Юрьев и др., 2016; Юрьев, 2018). Изучается возможность организации в северной части пролива добычи шримсов (Лукьянов, Юрьев, 2018). В Охотском море, несмотря на мелкие размеры углохвостой креветки, ее лов в районе к юго-востоку от Шантарских островов стал проводиться почти ежегодно. В районе Сахалинского залива с 2014 г. на разведанных годом ранее скоплениях шримсов быстро развивается промысел шримса-медвежонка шипастого *Sclerocrangon salebrosa* (Owen, 1839) и козырькового шримса *Argis lar* (Owen, 1839).

Промышленная эксплуатация биоресурсов предполагает их хорошую изученность. Между тем, о распределении и величине запасов шримсов в этом новом и безусловно значимом районе промысла, равно как и об их биологии в северо-западной части Охотского моря известно немного (Михайлов и др., 2003; Бандурин, Карпинский, 2015; Щербакова, 2018).

В данной публикации приводятся результаты исследований, выполненных сотрудниками ХабаровскНИРО в 2015-2019 гг. на судах предприятий Хабаровского и Приморского краев, осуществлявших добычу креветок в районе Сахалинского залива, и на НИС «Дмитрий Песков» во время учетной траловой съемки, проведенной в июле-августе 2019 г. в границах акватории Охотского моря, прилегающей к Хабаровскому краю.

На промысле шримсов работы проводились на СТР «Советское» и «Калыгирь» (судовладелец ООО «Босантур два», ныне «Триера»). Скорость тралений варьировала от 2 до 3 – в среднем 2,5 узлов. Траления велись круглосуточно. Длина верхней подборы креветочных тралов составляла 59,6 м, их горизонтальное раскрытие на тралении принималось равным 0,6 от длины верхней подборы (Родин и др., 1979) – 35,8 м. На НИС «Дм. Песков» использовался стандартный донный трал ДТ/ТВ 27,1/24,4 с мягким грунтопомом и горизонтальным раскрытием 16,2 м.

Для построения карт распределения биомассы использовали ГИС-программу «КартМастер», версия 4.1 [Бизиков и др., 2007]. Распределение и уловы шримсов (в кг/трал, кг/час траления, кг/км²) даны в работе с коэффициентом уловистости (КУ) трала равном 1. Расчетные оценки запасов корректировали, используя для шримсов КУ=0,3 [Атлас., 2004].

Биологические анализы шримсов проводили согласно методическим рекомендациям Низяева и соавторов (2006).

Первая попытка организации промысла шримса-медвежонка шипастого в северо-западной части Охотского моря была предпринята в 2001 г., однако в течение тринадцати лет он не имел развития (Бандурин, Карпинский, 2015). Добывался шримс эпизодически и только в северной части моря восточнее 147° в.д. (заливы Забияка, Бабушкина). Его суммарный вылов за все эти годы составил 78 т и ровно столько же было добыто летом 2014 г. в районе Сахалинского залива на СТР «Советское». Все последующие годы промысел шримса-медвежонка шипастого был сосредоточен именно в этом районе – между 140° и 142° в.д. (рис. 1) на глубинах, главным образом, от 50 до 120 м (рис. 2).

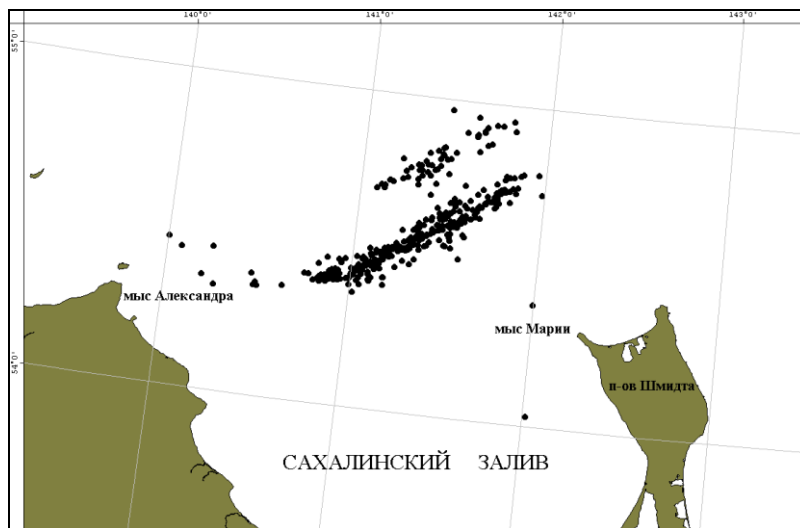


Рис. 1. Карта-схема тралений, выполненных на промысле шримсов в северо-западной части Охотского моря по данным наблюдений ХабаровскНИРО в период с 2015 по июнь 2019 гг. (n = 401).

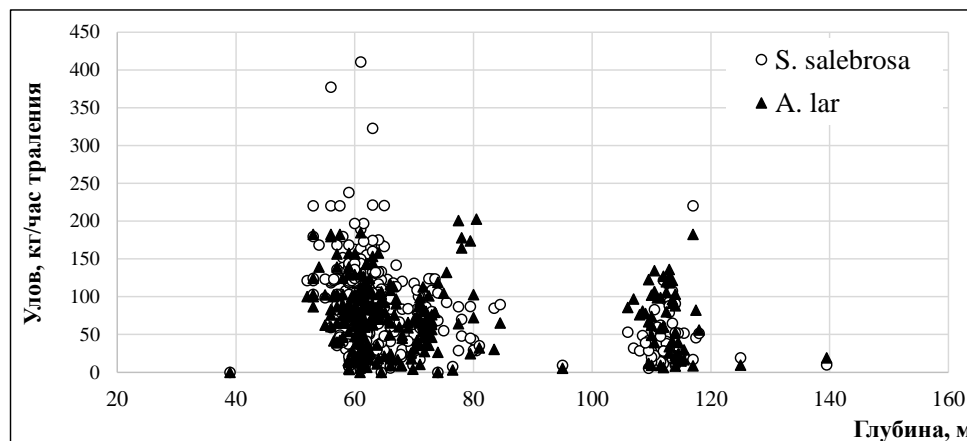


Рис. 2. Батиметрическое распределение уловов на промысле шримсов в северо-западной части Охотского моря в 2015-2019 гг.

Вместе с медвежонком шипастым в уловах повсеместно присутствовал козырьковый шримс (рис. 2). Поначалу его не брали или брали в ограниченном количестве как прилов, но с 2016 г. вылов *A. lar* стал быстро расти, как и его уловы на усилие (табл. 1). В 2019 г., когда промысел велся на относительно больших глубинах, козырькового шримса в уловах было по массе в 1,7 раз больше, чем медвежонка шипастого. По данным 2016-2019 гг. его доля в общем улове двух видов изменялась от 12 до 88% и в среднем составила 49%.

Среднесуточный вылов медвежонка шипастого за этот период составил 1238 кг, козырькового шримса – 1090 кг, средний улов за траление – 383 и 369 кг, соответственно.

В отличие от козырькового шримса, определенной направленности в изменении величины уловов шримса-медвежонка шипастого на имеющемся материале не выявлено (табл. 1). Увеличение продолжительности тралений в 2017-2019 гг. может косвенно свидетельствовать о незначительном снижении плотности шримсов в районе промысла, связанном с влиянием последнего, особенно, если учесть, что в течение шести лет с возрастающей активностью облавливалась в основном одна и та же небольшая по площади (около 3 тыс. км²) акватория (рис. 1). Тем не менее, промысловая обстановка здесь оценивается как стабильная.

Таблица 1. Уловы на усилии судов класса СТР и другие показатели промысла шримсов в районе Сахалинского залива.

| Период работ | Глубины, м* | Длительность тралений, мин.* | Улов, кг/час траления* | | Суточный вылов СТР, кг | | Число тралений |
|-----------------|---------------------|------------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|
| | | | <i>S. sal.</i> | <i>A. lar</i> | <i>S. sal.</i> | <i>A. lar</i> | |
| 05-26.08.2015 | <u>61</u>
58-68 | <u>235</u>
120-350 | <u>74</u>
10-221 | нд | <u>1272</u>
746-1767 | <u>382</u>
85-712 | 82 |
| 02-25.08.2016 | <u>62</u>
59-68 | <u>224</u>
70-350 | <u>48</u>
5-124 | <u>40</u>
0-127 | <u>890</u>
50-2124 | <u>606</u>
0-1597 | 56 |
| 03-11.08.2017 | <u>72</u>
70-74 | <u>296</u>
180-370 | <u>80</u>
50-124 | <u>61</u>
31-101 | <u>1205</u>
659-1736 | <u>1295</u>
798-2195 | 36 |
| 06.09-2.11.2018 | <u>66</u>
39-140 | <u>277</u>
40-555 | <u>108</u>
0-410 | <u>79</u>
0-185 | <u>1561</u>
339-2764 | <u>1298</u>
470-2538 | 167*
* |
| 11.06-4.07.2019 | <u>99</u>
65-118 | <u>296</u>
140-600 | <u>51</u>
5-122 | <u>87</u>
10-203 | <u>866</u>
70-1706 | <u>1452</u>
128-2894 | 60** |

* - в среднем/минимум-максимум; ** – включая данные промысловой статистики судна

Анализ изменений размерно-полового состава улова шримсов также не выявил отрицательного влияния промысла на состояние запасов. Напротив, он показал рост за исследуемый период средних размеров, доли самок и промысловых особей в уловах обоих видов шримсов (табл. 2). По-видимому, это объясняется наработкой рыбаками опыта поиска участков концентрации более ценных в коммерческом отношении крупных шримсов.

Таблица 2. Изменения размерно-полового состава промысловых уловов шримсов в районе Сахалинского залива

| Год | Средняя ДК*, мм | | Доля особей промысловых размеров, %** | | Доля самок, % | | Объем выборки, экз. | |
|------|-----------------|---------------|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|
| | <i>S. sal.</i> | <i>A. lar</i> | <i>S.sal.</i> | <i>A. lar</i> | <i>S.sal.</i> | <i>A. lar</i> | <i>S.sal.</i> | <i>A. lar</i> |
| 2015 | 21,9 | 20,5 | 38,6 | 71,7 | 46,7 | 71,9 | 2080 | 545 |
| 2016 | 22,3 | 20,2 | 44,6 | 70,1 | 60,1 | 81,8 | 1377 | 1816 |
| 2017 | 22,5 | 20,1 | 42,5 | 68,5 | 53,7 | 72,2 | 1513 | 1394 |
| 2018 | 22,8 | 21,2 | 47,7 | 80,6 | 61,2 | 92,7 | 987 | 1597 |

| | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 2019 | 24,0 | 21,0 | 57,3 | 75,5 | 69,8 | 94,2 | 504 | 208 |
|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|

* – длина карапакса; ** – промысловой мере *S.sal.* и *A. lar* соответствуют их ДК равные 22,9 и 19,4 мм

Интерес к новому району промысла обусловил быстрый рост числа его участников и вылова шримсов в Северо-Охотоморской подзоне. Количество средне тоннажных судов (класса СТР и СРТМ), добывающих шримсов, с каждым годом возрастало – с одного в 2014 г. до шести в 2019 г. Вылов шримса-медвежонка шипастого в Охотском море достиг в 2019 г. рекордных 357 т (по состоянию на 27 октября, данные ИС «Рыболовство»), из них 335 т были изъятые в районе Сахалинского залива. Вылов козырькового шримса в 2017 г. составлял около 100 т (Щербакова, 2018).

С развитием промысла шримсов в Охотском море возникла потребность в изыскании дополнительных ресурсов его обеспечения. По результатам учетной траловой съемки, проведенной на НИС "Дм. Песков" в 2019 г., плотные скопления медвежонка шипастого и козырькового шримсов были найдены не только в Сахалинском заливе, где их учет был проведен впервые, но и северо-западнее него – в Шантарском районе, причем, их локализация у обоих видов совпадала (рис. 3).

Максимальная биомасса шримса-медвежонка шипастого составила 434 кг/км² и отмечалась западнее п-ова Шмидта в координатах 54°09,4' с.ш. и 141°55,3' в.д. на глубине 46 м. Восточнее Шантарских островов на глубинах 83-86 м было найдено два участка поселений медвежонка шипастого повышенной концентрации порядка 270-300 кг/км² с центрами в координатах 54°48,2' с.ш. и 139°40,7' в.д., 55°07,9' с.ш. и 138°46,3' в.д. Еще один участок с относительно высокой биомассой – 78 кг/км² – был отмечен чуть севернее Аяна (56°37,7' с.ш. 138°41,2' в.д.) на глубине 80 м.

Максимальная биомасса козырькового шримса составила 68 кг/км² и также была отмечена в Сахалинском заливе на глубине 46 м в том же месте, где наблюдался максимум плотности шримса-медвежонка шипастого. Восточнее Шантарских островов на глубинах 93-103 м было найдено два участка поселений козырькового шримса повышенной плотности порядка 60-70 кг/км² с центрами 54°52,9' с.ш. 139°42,3' в.д. и 56°32,4' с.ш. 138°59,5' в.д. Еще один участок с относительно высокой биомассой этого вида – 13 кг/км² – был отмечен в районе Аяна (56°32,4' и 138°59,5' в.д.) на глубине 99 м.

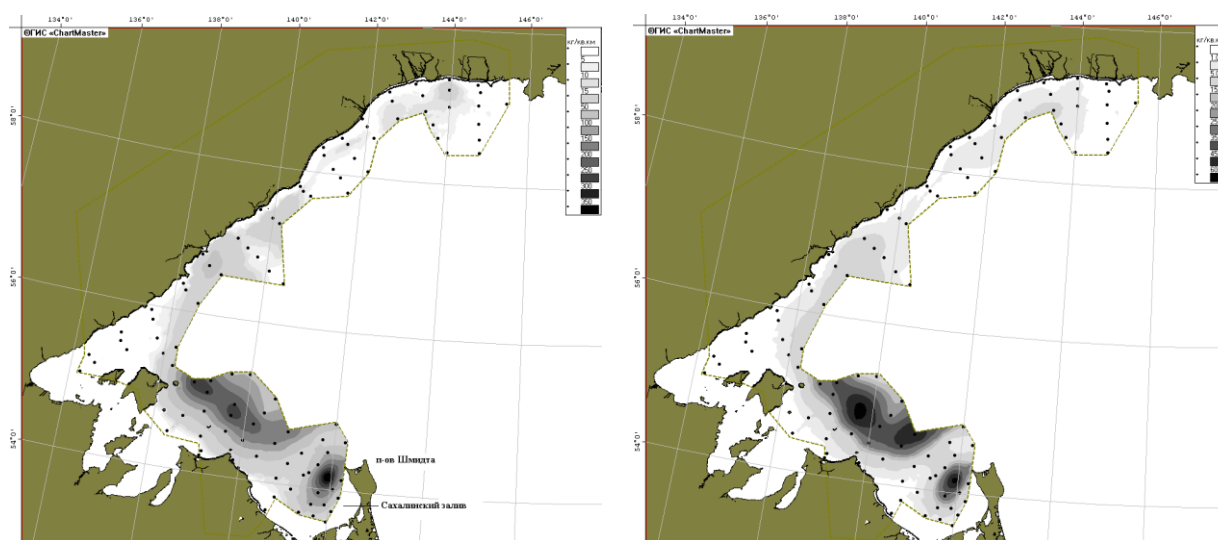


Рис. 3. Схема донных тралений (n = 110) и распределение шримсов *Sclerocrangon salebrosa* (слева) и *Argis lar* (справа) в северо-западной части Охотского моря (в границах Хабаровского края) по данным учетной траловой съемки, проведенной на НИС «Дм. Песков» в период с 19 июля по 8 августа 2019 г. (КУ = 1).

По результатам траловой съемки биомасса шримса-медвежонка шипастого на площади 81 тыс.км² составила 12260 т, козырькового шримса – 2260 т., их промысловый запас – 8240 и 1450 т, соответственно. При этом, на картах распределения запасов можно видеть, что плотные скопления шримсов в районе северо-восточнее Шантарских островов были обловлены не полностью и запасы, таким образом, были недоучтены. Пересчет, выполненный с оконтуриванием, захватывающим необловленные скопления, и ограничением по изобате 140 м (см. рис. 2), дал величины запасов указанных видов шримсов на площади 97 тыс. км² равные 10890 и 1960 т.

Ранее суммарный промысловый запас шримса-медвежонка шипастого на всей акватории Северо-Охотоморской подзоны оценивался в 3840, козырькового шримса – 1522 т (Щербакова, 2018). Поэтому несколько неожиданным результатом учетной съемки оказалась низкая доля козырькового шримса в общем запасе двух видов шримсов – 15%. Это также не согласуется с данными о соотношении медвежонка шипастого и козырькового шримсов в промысловых уловах (см. выше).

В заключении отметим следующее. По итогам учетной траловой съемки 2019 г., помимо Сахалинского залива, были обнаружены перспективные в промысловом отношении, но ранее не задействованные, участки акватории с высокой концентрацией шримсов, расположенные восточнее Шантарских островов. Оценка запаса основного, более дорогостоящего объекта промысла шримсов – медвежонка шипастого, возросла по данным траловой съемки более, чем в два раза. Таким образом, результаты проведенной работы показали новые возможности развития промысла шримсов в Охотском море.

Список литературы

Атлас количественного распределения nekтона в северо-западной части Японского моря. 2004. Под ред. В.П. Шунтова, Л.Н. Бочарова. Том 2. Москва, 986 с.

Бандурин К.В., Карпинский М.Г. 2015. Креветки северной части Охотского моря. М.: Изд-во ВНИРО, 214 с.

Бизиков В. А., Гончаров С. М., Поляков А. В. 2006. Новая географическая информационная система «КартМастер» для обработки данных биоресурсных съёмок. VII Всерос. конф. по пром. беспозвоночным (памяти Б.Г.Иванова). М.: Изд-во ВНИРО, 18–24.

Лукьянов В.С., Юрьев Д.Н. 2018. Шримсы – потенциальный объект тралового промысла в Татарском проливе. VI научно-практическая конференция молодых учёных с международным участием «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса». М.: Изд-во ВНИРО, 160-162.

Михайлов В.И., Бандурин К.В., Горничных А.В., Карасев А.Н. 2003. Промысловые беспозвоночные шельфа и материкового склона северной части Охотского моря. Магадан: МагаданНИРО, 284 с.

Низяев С.А., Букин С.Д., Клитин А.К., Первеева Е.Р., Абрамова Е.В., Крутченко А.А. 2006. Пособие по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей России. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 114 с.

Родин В.Е., Слизкин А.Г., Мясоедов В.И, Барсуков В.Н., Мирошников В.В., Згуровский К.А., Канарская О.А., Федосеев В.Я. 1979. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей. Владивосток: Изд-во ТИНРО, 59 с.

Щербакова Ю.А. 2018. Современное состояние основных промысловых видов шримсов, обитающих в районе Сахалинского залива Охотского моря, после организации их промышленного лова. Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по естественным наукам. Владивосток: ДВФУ, 479-481.

Юрьев Д.Н. 2018. Промысел углохвостой креветки в Татарском проливе. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 50-летию Института водных и экологических проблем ДВО РАН. Хабаровск, 109-112.

Юрьев Д.Н., Поваров А.Ю., Лукьянов В.С. 2016. Распределение, запасы, особенности биологии углохвостой креветки *Pandalus goniurus* и первые результаты ее специализированного промысла в Татарском проливе. Известия ТИНРО 184, 105-119.

Аномалии в развитии гонад пикши (*Melanogrammus aeglefinus*) Баренцева моря

Г.А. Макеенко

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича), г. Мурманск
e-mail: makeenko@pinro.ru

Ключевые слова: пикша, аномалии развития, стерильность гонад, Баренцево море.

Аннотация: Рассмотрены основные аномалии гонад рыб на примере пикши Баренцева моря, приводящие к утрате ими воспроизводительной способности и стерильности особей.

Среди многих видов рыб (палтус, сайка, треска) исследователи Федоров (1973), Христофоров (1975) и другие отмечают наличие стерильных особей с перерожденной тканью половых желез (Федоров, 1973; Христофоров, 1975). Доля таких рыб в популяции незначительна, но понимание причин возникновения стерильности актуально в настоящее время в связи с повышенной промысловой нагрузкой на большинство популяций рыб и ухудшением экологических условий их обитания. Аномальное развитие половых желез всегда отмечается наблюдателями в море благодаря необычному внешнему виду гонад. Гистологические исследования позволяют уточнить характер аномалии и выявить ее возможные причины.

Задачей данной работы является исследование некоторых причин, приводящих к стерильности рыб на примере пикши (*Melanogrammus aeglefinus*) Баренцева моря с использованием гистологического метода.

Сбор проб гонад пикши для гистологического анализа проводился в ходе МТАС ПИНРО в 2010-2019 гг. В процессе биологического анализа у рыб в море измеряли длину, массу тела, гонад и печени, стадию зрелости; для определения возраста отбирали отолиты. Фрагменты гонад фиксировали в растворе Буэна. За период исследования обнаружено и исследовано 9 рыб с различными аномалиями в развитии гонад. Коэффициент зрелости (КЗ), отражающий степень зрелости половых продуктов рыб, определяли как отношение массы гонад к общей массе рыбы, выраженное в процентах. Гепатосоматический индекс (ГПСИ), отражающий степень жиронакопления в печени во время нагула у тресковых рыб, рассчитывали как отношение массы печени к общей массе рыбы, выраженное в процентах. Возраст пикши был определен в лаборатории донных рыб ПИНРО.

В лабораторных условиях по стандартным методикам готовили гистологические препараты гонад (Роскин, 1957). Полученные срезы окрашивали гематоксилин-эозином. Изучение и фотографирование препаратов проводили с использованием микроскопа Olympus BX 41TF, фотокамеры ProgRes и программы анализа изображений Морфология 5.0.

В старших возрастных группах пикши наблюдаются процессы затухания репродуктивной функции гонад. Перерождение генеративной ткани и ее замена соединительной отмечены у самки длиной 70 см. В результате исследования установлено, что в яичнике полностью отсутствовали половые клетки и их замещали соединительнотканые тяжи (рис. 1). При этом сохранялась утолщенная оболочка яичника, что указывает на участие рыбы в нересте.

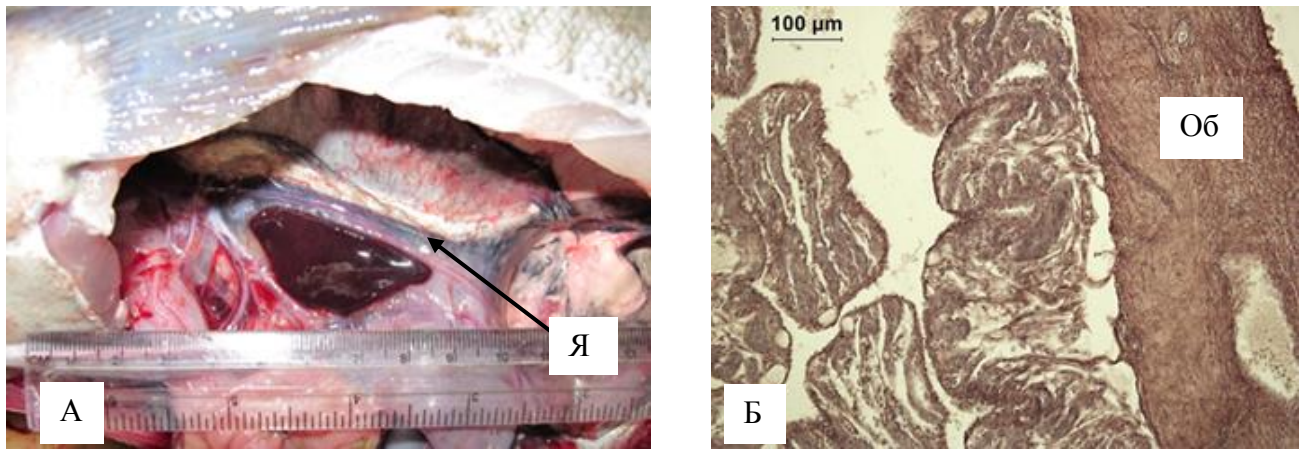


Рис. 1. Внешний вид и гистологический срез яичников пикши с возрастным затуханием репродуктивной функции. Я – яичник, Об – оболочка яичника, увел. 100.
А – внешний вид; Б – гистологический срез

Другой причиной возникновения стерильности может быть наличие опухолей на гонадах или их поражение внутриклеточными паразитами. Так гистологическое исследование показало, что в опухоли у самки пикши (длина 48 см) происходит лизис яйцеклеток, некроз трабекул и развитие атипичной ткани. Следствием этих патологических процессов являлась необратимая дегенерация половых желез (рис. 2).

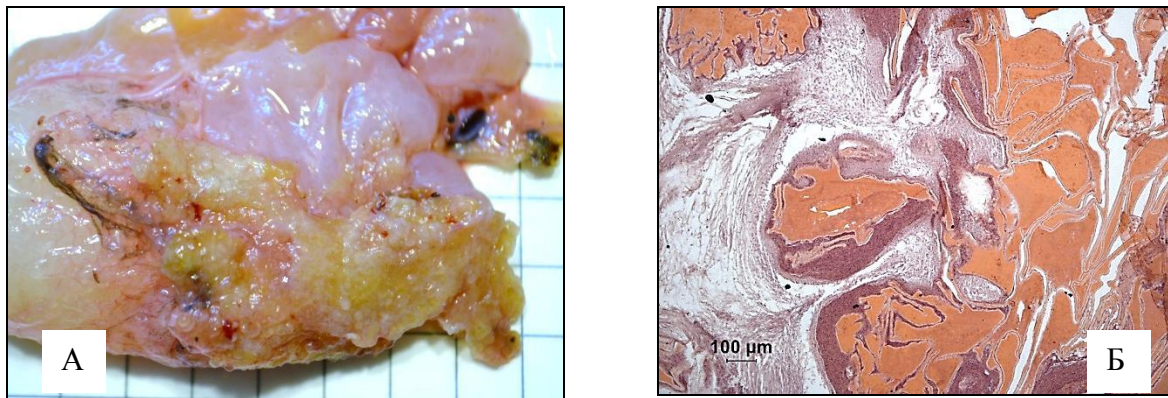


Рис. 2. Внешний вид и гистологический срез опухоли в гонадах у пикши, увел. 200.
А – внешний вид; Б – гистологический срез

Периодически в уловах пикши встречаются особи с гонадами, в которых присутствуют как мужские, так и женские половые клетки (гермафродиты). Исследованные нами 4 таких особи были длиной от 41 до 59 см (табл.). Внешне небольшого размера гонада обычно имела плотную структура, а особей в морских условиях часто определяют как неполовозрелых рыб (рис. 3). Все исследованные рыбы с такой аномалией в развитии гонад отличались низкими значениями коэффициентов зрелости (в среднем меньше 1%) и гепатосоматическими индексами (в среднем 4%) (см. таблицу). В норме у неполовозрелых особей коэффициент зрелости составляет не менее 6%, а отношение массы печени к общей массе рыбы – не менее 4,5%.

На гистологическом препарате такие гонады имеют структуру, напоминающую семенник, по краям семенных долей или в центре которого располагаются участки, заполненные ооцитами ранних генераций (диаметром до 100-120 мкм). Оболочка тонкая, по структуре схожа с оболочкой яичника, толщиной около 100 мкм.

Таблица. Биологические показатели пикши с признаками гермафродитизма

| № рыбы | Длина, см | Масса рыбы, г | Возраст, лет | Коэффициент зрелости, % | Гепатосоматический индекс, % |
|--------|-----------|---------------|--------------|-------------------------|------------------------------|
| 1 | 49 | 1105 | 5+ | 0,1 | 3,3 |
| 2 | 41 | 705 | 3+ | 0,01 | 3,8 |
| 3 | 59 | 1740 | - | 2,9 | 4,8 |
| 4 | 51 | 1360 | 6+ | 0,3 | 3,7 |
| 5 | 53 | 1230 | - | 2,8 | 2,7 |

Кровеносные сосуды в гонаде хорошо просматриваются. Отмечено, что в одних участках гонады преобладает сперматофорная ткань, с небольшим включением овоцитов по периферии, а в других – ткань яичников с включениями фестонов со сперматидами (рис. 4). Скорее всего, такие особи не принимают участия в нересте ни в качестве самца, ни в качестве самки.

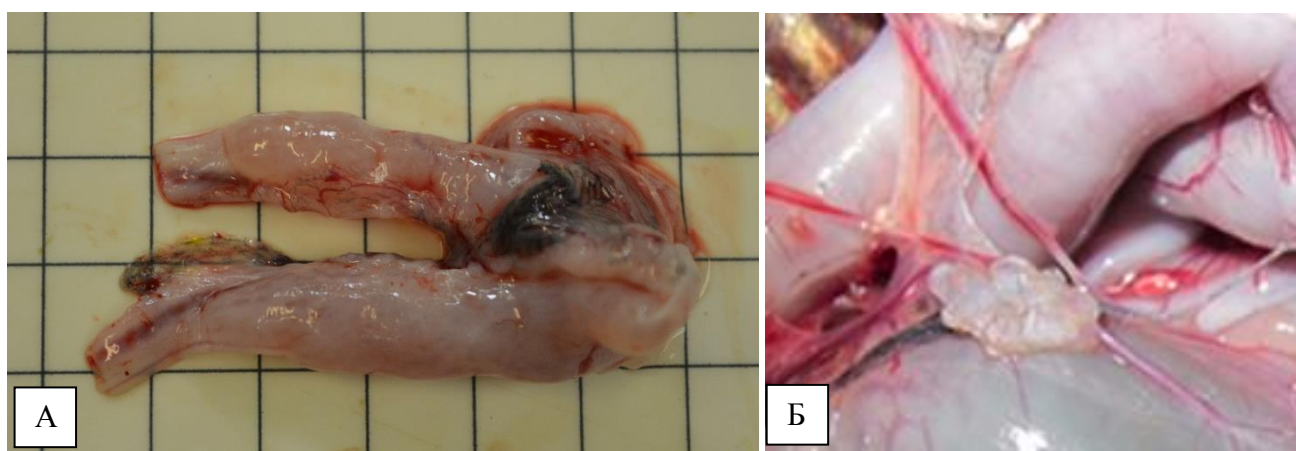


Рис. 3. Внешний вид гонад особей пикши-гермафродитов. А – внешний вид гонады пикши-гермафродита, определенной как самка; Б – внешний вид гонады пикши-гермафродита, определенной как самец

Предположительно, в последствии гонада подвергается полной деградации и принимает вид тонкого тяжа, заполненного соединительной тканью (рис. 5). За период исследования было обнаружено 2 таких особи.

В норме у пикши при созревании половых продуктов периодически отмечаются нарушения нормального хода оогенеза, приводящие к временному пропуску нереста, которые чаще всего связаны с условиями нагула в конкретный год. С возрастом отмечается естественное физиологическое затухание репродуктивной функции. У атлантической трески Баренцева моря было показано, что у некоторых особей, преимущественно старших возрастных групп, наблюдается постепенное затухание репродуктивной функции с активным замещением половых клеток соединительной тканью. Эти процессы отмечены как в яичниках, так и в семенниках трески (Филина, Макеенко, 2018). Но у некоторых исследованных особей обнаружены аномалии в развитии гонад, связанные возможно с поражением ткани гонад вирусами или внутриклеточными паразитами, а также под влиянием условий окружающей среды.

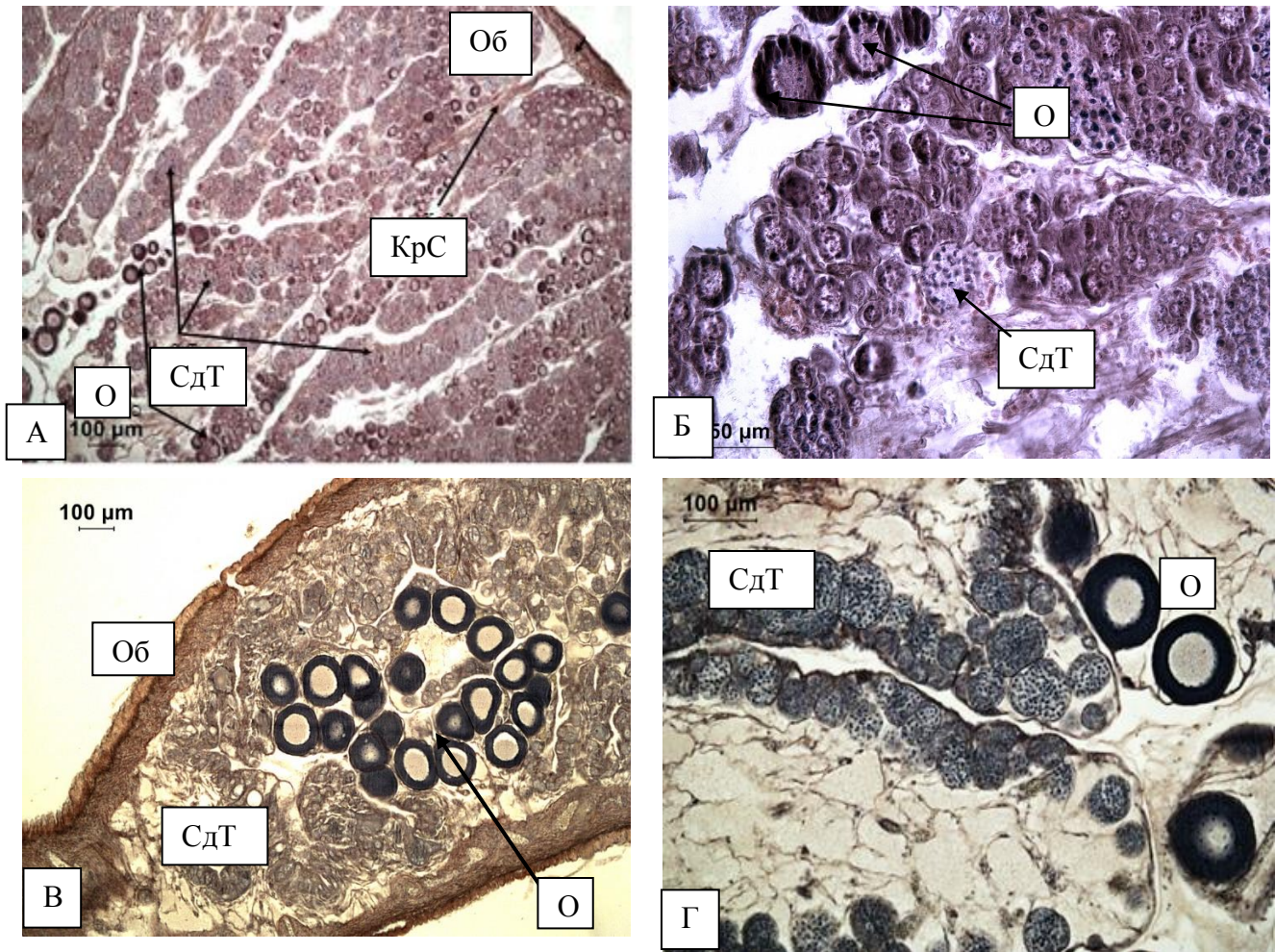


Рис. 4. Гистологические срезы гонад пикши гермафродитов. а– гистологический срез гонад гермафродита, увел. 100; б – то же, увел. 400х, в – гистологический срезы гонад пикши с признаками гермафродитизма, увел. 100х; г–гистологический срезы гонад пикши с признаками гермафродитизма, увел. 200х. Об – оболочка, СдТ – ткань, содержащая сперматиды, О – ооциты ранних стадий развития. КрС –кровеносный сосуд

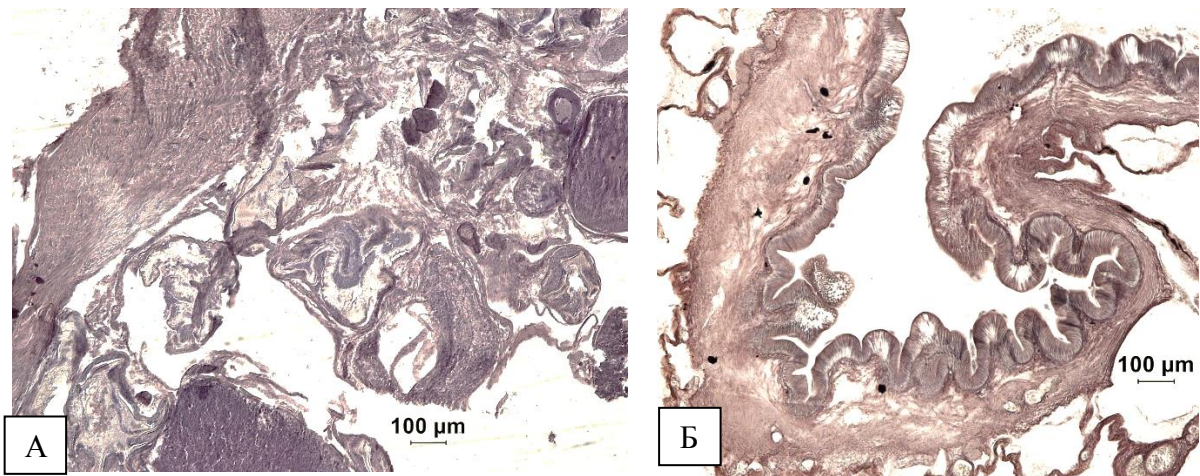


Рис. 5. Гистологические срезы гонад особей, полностью утративших воспроизводительную функцию, увел. 100х

По данным Минеева (2009), описывается дегенерация гонад у головешки-ротана и бычка-кругляка под действием интенсивного загрязнения водоема, в котором обитает рыба.

Так, в яичниках встречаются кисты, которые являются видоизмененными яйценосными пластинками, полностью утратившими половые клетки, а также дегенерация ооцитов в пластинках, непосредственно прилегающих к опухоли. Подобные кисты являются результатом соединительнотканых разрастаний в яичнике, а механизмы их появления заключаются в ухудшении общего физиологического состояния рыб и снижении иммунной защиты в результате интоксикации (Минеев, 2009).

Другие авторы (Романов и др., 1990; Романов и др., 2001) описывают липоидную дегенерацию гонад у осетровых рыб, которая появляется в результате нарушения липидного обмена. Известно, что у рыб из зон интенсивного загрязнения обнаруживается более высокое содержание общих липидов в различных органах и тканях. Одной из причин дегенеративного ожирения является повреждение, вызванное воздействием токсинов, способностью данных соединений изменять скорость окислительных процессов в организме, влияющих на утилизацию жира. Встречается липоидная дегенерация гонад как у самцов, так и у самок, и выражается в частичном замещении генеративной ткани на жировую, либо, в отдельных случаях, в полном отсутствии половых клеток, на месте которых развилась жировая клетчатка (Романов и др., 1990; Романов и др., 2001).

По данным Г.В. Никольского, гермафродитизм встречается в природе в водоемах, где наблюдаются нестабильные условия и где ограничена кормовая база (при протогинии) или же популяции рыб необходимо повышать плодовитость (при протандрии) (Никольский, 1963). Для популяции пикши Баренцева моря ни тот, ни другой механизм не является для пикши выживательным, поэтому явление гермафродитизма скорее всего надо рассматривать, как патологическое отклонение от нормы на ранних этапах развития. Описанные аномалии в развитии гонад пикши, приводящие к полной утрате воспроизводительной способности, встречаются единично и не оказывают существенного влияния на воспроизводство вида.

Таким образом, стерильность гонад является, как правило, следствием самых глубоких нарушений в половой системе рыбы. Причинами стерильности пикши являются возрастное изменение в гонадах, их перерождение под воздействием патогенных организмов, а также следствием аномалий в развитии, в том числе и гермафродитизм особей. Данные исследования необходимо продолжать с привлечением других методов исследования, в том числе и генетических.

Список литературы

Минеев А.К. 2009. Некоторые гистологические нарушения гонад у головешки-ротана (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) и бычка-кругляка (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814) Саратовского водохранилища. Изв. СНЦ РАН. 11(1-1), 185-191.

Никольский Г.В. 1963. Теория динамики стада рыб. М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 447 с.

Романов А.А., Романов Ал.А., Беляева Е.С. 2001. Мониторинг гистоморфологических нарушений гонадо-гаметогенеза осетровых рыб Волго-Каспийского региона. Экология молодежи и проблемы воспроизводства каспийских рыб: Сборник научных трудов / КаспНИРХ. М.: Наука, 246-268.

Романов А.А., Шевелева Н.Н., Алтуфьев Ю.В. 1990. Нарушение гонадо- и гаметогенеза осетровых Каспийского моря. Физиолого-биохимический статус Волго-Каспийских осетровых в норме и при расслоении мышечной ткани (кумулятивный политоксикоз): Сб. АН СССР. Рыбинск: Институт биологии внутренних вод, 92-100.

Роскин Г.И., Левинсон Л.Б. 1957. Микроскопическая техника М.: Сов. наука, 467 с.

Федоров К.Е. 1973. Черный палтус Баренцева моря (размножение и биологические основы рациональной эксплуатации). Автореф. дис. канд. биол. наук. Л., 22 с.

Филина Е.А., Макеев Г.А. 2018. Встречаемость стерильных особей у северо-восточной арктической трески. Вестник МГТУ: Труды Мурманского государственного технического университета 21(2), 303-308.

Христофоров О.Л. 1975. Изменения в состоянии гонад и гипофиза сайки *Boreogadus saida*, связанные со старением. Труды ВНИРО 3, 160-171.

Метод учета производителей тихоокеанских лососей с использованием звуковизора

К.М. Малых, Д.В. Демченко

Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»),
г. Петропавловск-Камчатский
e-mail: malykh@kamniro.ru

Ключевые слова: учет производителей тихоокеанских лососей, р. Озерная, оз. Курильское, нерка, нерестилища, гидроакустическая система, biosonics dt-x, didson.

Аннотация: Представлены результаты натуральных испытаний гидроакустических комплексов «BioSonics DT-X» и «Didson», установленных на пути нерестовой миграции производителей нерки стада р. Озерная. Полученные данные по эхорегистрации и количественной оценке тихоокеанских лососей р. Озерная позволили дать рекомендации по использованию комплексов «BioSonics DT-X» и «Didson» для количественного учета тихоокеанских лососей в реках Камчатки.

В настоящее время сбор данных о численности производителей нерки (*Oncorhynchus nerka*), прошедших в оз. Курильское по р. Озерная, осуществляется визуально на рыбоучетном заграждении (РУЗ), оборудованном в истоке реки. При этом время с момента захода производителей в реку и до достижения ими РУЗ, где они учитываются, может составлять от 2 до 7 и более сут. Столь протяженный промежуток времени значительно ограничивает возможности оперативного регулирования промысла в условиях кратковременного рунного хода, характерного для тихоокеанских лососей в целом, и снижает эффективность мер регулирования промысла. Для получения оперативной информации о численности производителей нерки в 2017-2019 гг. были проведены натурные испытания гидроакустических комплексов «BioSonics DT-X» и «DIDSON», установленных на пути нерестовой миграции производителей нерки стада р. Озерная.

Цель — повышение эффективности оценки запасов тихоокеанских лососей.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- освоить гидроакустический метод количественного учета тихоокеанских лососей;
- обеспечить сканирование всего сечения реки без потерь регистрации тихоокеанских лососей;
- создать банк данных эхорегистрации производителей нерки стада р. Озерная;
- произвести сравнительный анализ результатов гидроакустической съёмки с данными визуального счета на рыбоучетном заграждении;
- разработать рекомендации по количественному учету производителей нерки р. Озерная гидроакустическим методом.

Научно-исследовательские работы в 2019 г. проведены на полигоне, расположенном на р. Озерная Усть-Большерецкого района, в 13 км от устья, на территории Южно-Камчатского заказника (рис. 1). Общая продолжительность работ составила 70 сут.

В качестве рыбоучетных систем были использованы гидроакустический комплекс BioSonics DT-X (рис. 2а) и аналоговый звуковизор DIDSON (рис. 2б). Гидроакустический комплекс BioSonics DT-X является цифровым однолучевым эхолотом с технологией расщепленного луча, что позволяет регистрировать перемещение одиночных подводных целей на расстоянии до 248 м. Звуковизор DIDSON представляет собой устройство для получения изображения объектов при помощи ультразвуковых волн и позволяет представить акустическое изображение в виде оптического и выделить не только направление перемещения объекта, но и его форму (Терминологический словарь-справочник..., 1989).

Обнаружение целей звуковизором ведётся на дистанции до 40 м, идентификация объектов ограничена 10 м.



Рис. 1. Расположение полигона для проведения исследований в 2019 г.



Рис. 2. Цифровой однолучевой эхолот DT-X (а) и аналоговый звуковизор DIDSON (б)

В качестве полигона для проведения исследований был выбран участок реки шириной 45 м и пологим уклоном дна, что является наиболее подходящими условиями для использования гидроакустических устройств. Размещение наблюдательного пункта и гидроакустических приборов на полигоне в 2019 г. было выполнено 19 июня, с 20 июня начали проводить сбор и обработку эхограмм. На берегу реки, в непосредственной близости от полигона, был оборудован автономный наблюдательный пункт, где размещались операторы, система электропитания и компьютеризированные системы сбора и обработки информации.

Излучатели приборов разместили в трехстенном «котле», предотвращающем осыпание берега и вынос грунта рекой (рис. 3). Расположение излучателей не оказывало взаимного влияния на работу рыбоучетных систем вследствие 15-кратной разницы в рабочей частоте. При падении уровня реки в месте установки излучателей своевременно проводилось их углубление. По мере наноса на приборы илистых отложений проводилось отключение

электропитания и очистка излучающих поверхностей. Чистка проводилась 1 раз в 5-7 дней и сопровождалась техническим обслуживанием электрического генератора.



Рис. 3. Расположение излучателей гидроакустических приборов в «котле»

Несмотря на то, что технология гидроакустических методов далеко не нова, звуковизор на количественном учете тихоокеанских лососей в России применяется впервые. В 2002 г. специалистами Департамента рыбы и дичи Аляски на ряде рек Аляски были проведены сравнительные испытания 4 методов учета нерки: при помощи звуковизора, эхолота с расщепленным лучом, подводная видеосъемка и визуальный учет. Результаты применения звуковизора оказались наиболее близки к показаниям визуального счета.

Изменчивость гидрологического режима нижнего течения р. Озерная вследствие влияния природных факторов значительно снижает чувствительность системы DT-X, что служит поводом для неоднократного определения поправочных коэффициентов силы цели – калибровки. На работу высокочастотного звуковизора DIDSON такое влияния не оказывается, чувствительность приёма можно изменять в реальном времени в пределах от 0 до 40 дБ, что снижает потерю полезного сигнала от рыб на фоне илистой или песчаной взвеси в воде.

В ходе работ по учету производителей нерки, мигрирующих к местам нереста через контролируемое сечение р. Озерная, излучатели гидроакустических рыбоучетных систем располагали с левого берега реки, создавая зону регистрации звуковозора «DIDSON» в наиболее проблемных местах рельефа дна, где помехи от препятствий или мутьевых потоков снижали чувствительность гидроакустического комплекса «BioSonics DT-X» (Малых К.М. и др., 2017).

В процессе поиска оптимального режима работы звуковизора на р. Озерная были обследованы «рабочий» берег и дно реки, отработаны несколько схем его установки, в том числе на плавучей платформе. С помощью звуковизора было зафиксировано, что отсутствие регистрации тихоокеанских лососей эхолотом BioSonics на дистанции до 2 м вызвано

потоком взвеси песка и мелкой фракции пемзы, круглосуточно проходящим под рабочим берегом.

При обработке информации использовали алгоритмы для выделения полезного сигнала от рыб на фоне помех от поверхности воды, дна и неоднородностей водной среды (рис. 4). Гидроакустическим методом в настоящее время сложно идентифицировать вид зарегистрированных рыб, поэтому отношение количества нерки к остальным видам лососей, прошедшим сканируемое сечение реки, определяли в уловах речных закидных неводов.

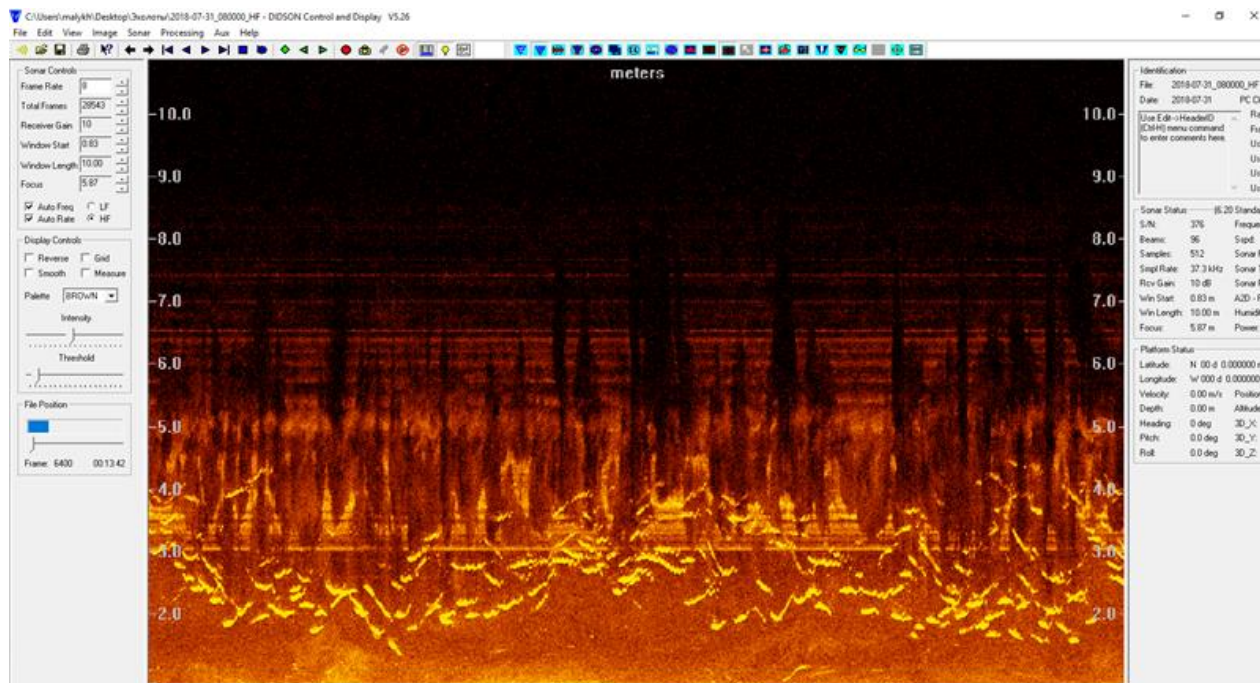


Рис. 4. Фрагмент эхограммы звуковизора Didson во время рунного хода нерки р. Озерная (31.07.19)

Основные пути миграции тихоокеанских лососей проходят под левым берегом, в связи с чем их регистрация и учет на дистанции до 10 м от берега осуществляли при помощи звуковизора DIDSON (рис. 5), обладающего высокой разрешающей способностью по сравнению с однолучевыми системами (Holmes et al., 2006), а с 10 м до правого берега – при помощи системы DT-X. Эхолотом BioSonics зарегистрировано 767 тыс. рыб или 54,3% от общей регистрации гидроакустическим методом, звуковизором DIDSON учтено 645 тыс. рыб (45,7%).

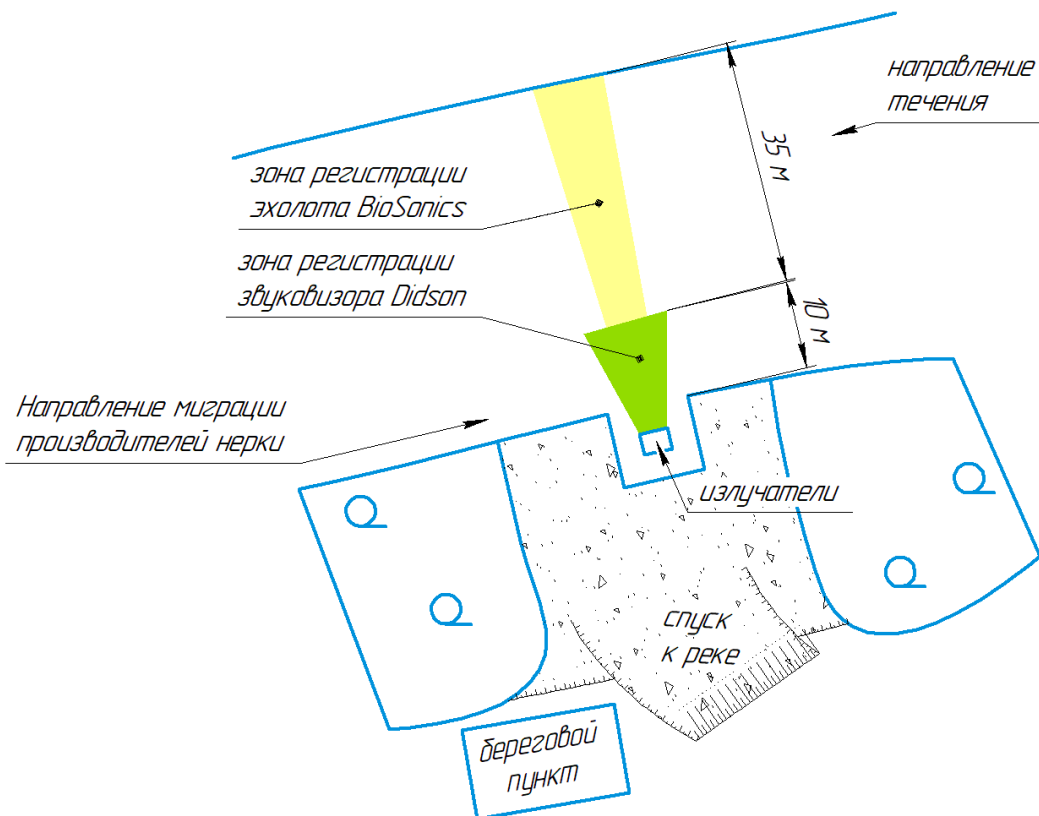


Рис. 5. План-схема полигона для работы гидроакустических систем

Динамика хода производителей нерки, зарегистрированной гидроакустическими приборами на полигоне р. Озерная, представлена на рис. 6. В 2019 г. массовая миграция производителей наблюдалась с 26 июля по 2 августа, в этот период зарегистрировано 860 тыс. рыб (61% от числа общей регистрации).

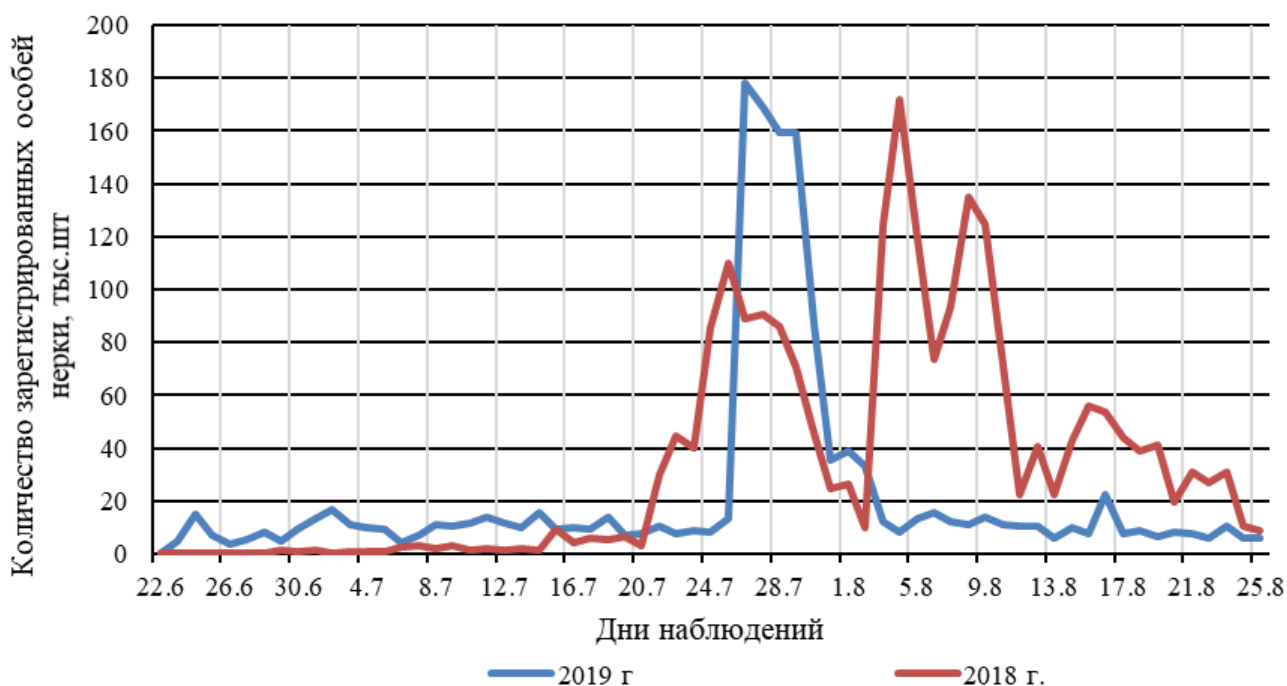


Рис. 6. Динамика хода производителей нерки на полигоне р. Озерная по гидроакустическим данным в 2018-2019 гг.

Для сравнительного анализа использовали данные визуального счета на рыбоучетном заграждении, расположенном в истоке р. Озерная (рис. 7). До начала визуального учета на заграждении гидроакустическим методом зарегистрировано 36 тыс. рыб. В период с 28 июня по 25 августа на рыбоучетном заграждении было учтено 1,8 млн экз. нерки, за этот же период гидроакустическим методом учтено 1,4 млн рыб., из них нерки – 1,25 млн экз. Представленный на слайде 9 график говорит о сходимости результатов учета различными методами, разнесенными по времени и расстоянию прохождения лососей через зоны регистрации.

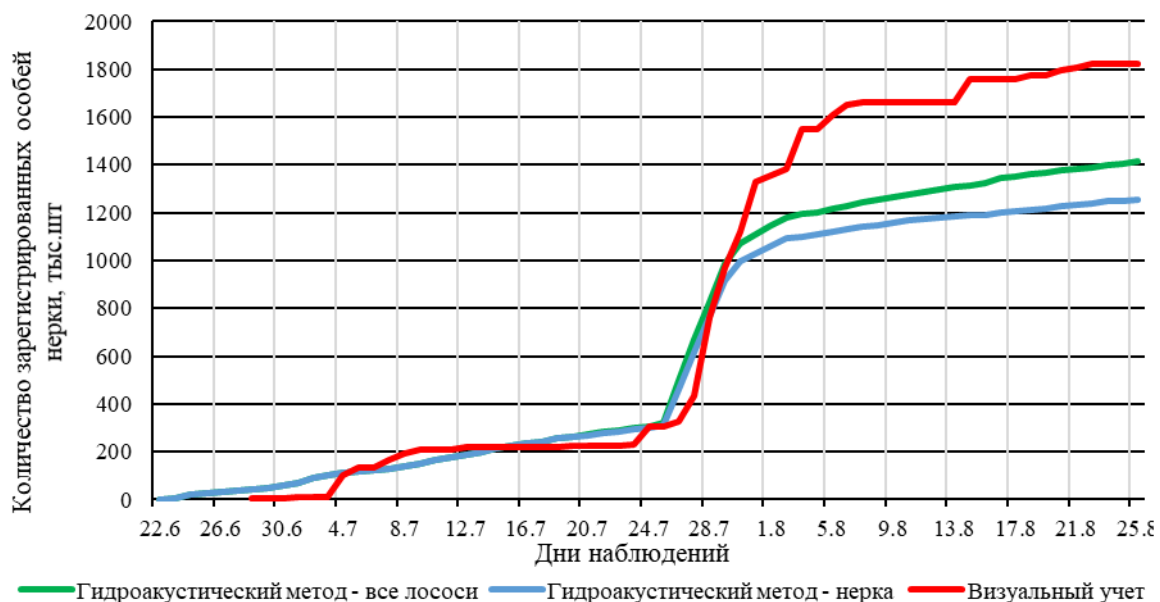


Рис. 7. Результаты сравнительного анализа гидроакустического учета и визуального счета производителей тихоокеанских лососей в 2019 г. (с накопительным итогом)

В результате выполненных работ в 2019 г. получены данные по эхорегистрации и количественной оценке тихоокеанских лососей р. Озерная, даны рекомендации по использованию комплексов BioSonics и Didson на количественном учете тихоокеанских лососей в реках Камчатки. В 2020 г. работы по этому направлению планируется продолжить. Приборы, работающие на разных частотах, позволяют осуществлять сканирование всего сечения реки без потерь регистрации тихоокеанских лососей в «мёртвых зонах» излучателей, что дает возможность провести количественную оценку производителей нерки р. Озерная гидроакустическим методом на высоком уровне статистической значимости.

Использование гидроакустического метода учета позволяет в более короткие сроки получать достоверную информацию о пропуске производителей тихоокеанских лососей на нерестилища, что крайне актуально при принятии решения по оперативному регулированию промысла на р. Озерная, являющегося местом воспроизведения самого крупного стада азиатской нерки.

Список литературы

Малых К.М., Демченко Д.В., Кондрашенков Е.Л., Коваленко М.Н. 2017. Опыт использования гидроакустических комплексов в качестве средств учета производителей тихоокеанских лососей во внутренних водоемах Камчатского края. Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы I Нац. заоч. науч.-техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 61-67.

Терминологический словарь-справочник по гидроакустике. 1989. Р.Х. Бальян, Э.В. Батаногов, А.В. Богородский и др. Л.: Судостроение. 368с.

Holmes J.A., Cronkite G., Enzenhofer H., Mulligan T. 2006. Accuracy and precision of fish-count data from a “dual-frequency identification sonar” (DIDSON) imaging system. *ICES Journal of Marine Science*. V 63, 543-555.

Приливной апвеллинг в районе острова Монерон

В.Е. Марыжухин, Г.В. Шевченко

Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»), г. Южно-Сахалинск

e-mail: jonyr.27@mail.ru

Ключевые слова: Татарский пролив, температура воды, хлорофилл-а, аммонийный азот, приливные течения, приливной апвеллинг.

Аннотация: Рассмотрены материалы инструментальных измерений скорости течений и температуры воды на горизонтах 100 и 10 м вблизи свала глубин у юго-западного побережья острова Сахалин. Выявлены суточные колебания температуры воды, зависящие от интенсивности приливных течений (понижения температуры при ориентации потока в сторону берега), интерпретируемые как приливной апвеллинг. Проанализированы материалы комплексной гидрологической съемки на океанологическом разрезе Т1, построены распределения температуры воды, хлорофилла-а и аммонийного азота, согласующиеся с представлением о приливном перемешивании.

Сложная схема течений южной части Татарского пролива, влияние теплого Цусимского и холодного Западно-Сахалинского течений, заток охотоморских вод через пролив Лаперуза и их временная изменчивость приводят к сложному гидрологическому режиму в акватории, прилегающей к юго-западному побережью острова Сахалин (Шевченко и др., 2018). Здесь также часты туманы, шторма, сложная система приливов и отливов. Изучение гидрологического режима южной части Татарского пролива важно для обеспечения безопасности судоходства исследуемого региона и хозяйственной деятельности человека. Кроме того, данный район интересен в рыбопромысловом отношении – здесь ведется промысел камбал, бычков, мойвы, в последние годы возобновился промысел минтая. Эти обстоятельства послужили причиной для его тщательного изучения.

В 1995-1997 годах проводилось совместное российско-японское исследование кормовой базы рыб и условий окружающей среды в районе пролива Лаперуза и прилежащих водах Японского и Охотского морей. Программа работ включала повторные океанологические съемки на стандартизованной сети разрезов (в некоторых экспедициях осуществлялся отбор проб воды на гидрохимические определения (Gavrina et al., 2005)), а также постановку измерителей скорости и направления течений (Кантаков и др., 2002). В настоящей работе будут рассмотрены результаты гидрохимических исследований, полученные в 1996 году на океанологическом разрезе Т1 с помощью зонда ICTD#1356 (FSI) с батометрической секцией ROSSETTE, снабженной кассетой из 12 пластиковых батометров Нискина объемом 1,8 л, и ряды скорости и направления течений и температуры морской воды с автономной буйковой станции (АБС), установленной в районе станции 106 данного разреза, вблизи резкого свала (рис. 1). АБС включала два измерителя течений AANDERAA RCM7, расположенных на горизонтах 10 и 100 м, и имевших встроенные датчики температуры. Приборы были запрограммированы на работу со 2 августа по 16 октября 1996 года с дискретностью считываний 30 минут.

В 1996 году по данным, полученным с АБС, выявлены значительные суточные колебания температуры воды на горизонте 100 метров, изменявшиеся во времени с закономерностью, типичной для приливов, и характеризовавшиеся высокой степенью корреляции с приливными течениями (рис. 2). Величина этих колебаний температуры существенно менялась от близких к нулю значений при экваториальном приливе до 1,8-2,1 °С при тропических приливах. Для такой глубины вариации температуры около 2 °С

являются весьма значительной величиной, и выявление их физической причины представляет существенный интерес.

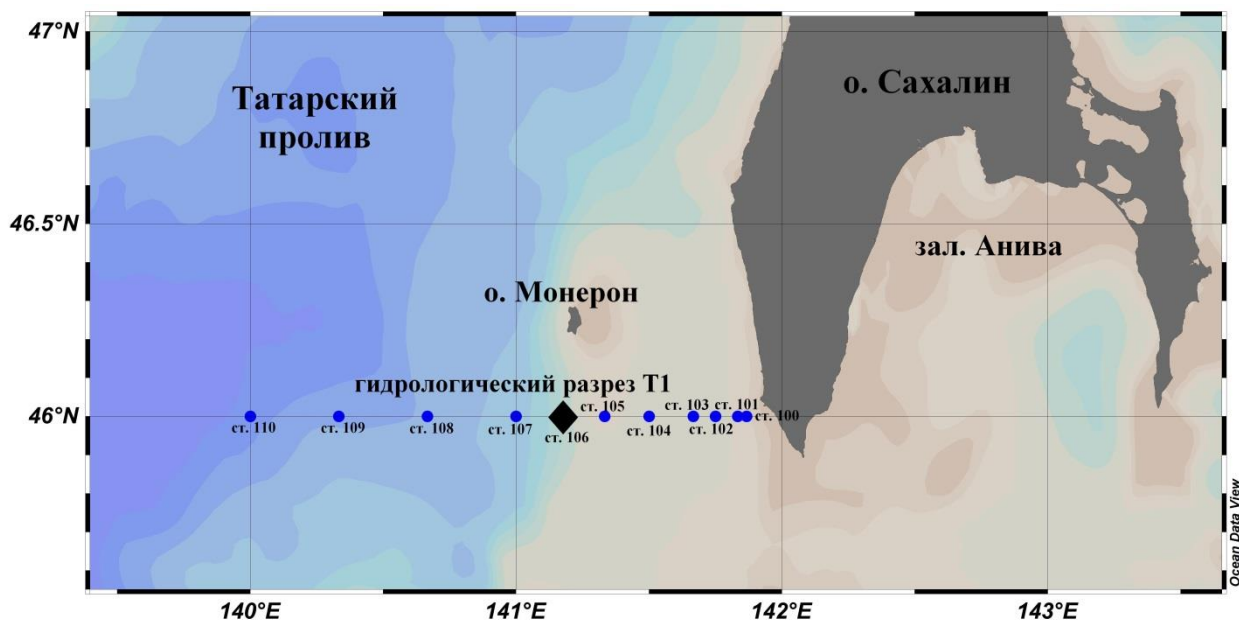


Рис. 1. Схема гидрологического разреза Т1. ● - гидрологическая станция, ◆ - место поставки АБС

В поверхностном слое подобных вариаций не отмечено, только в моменты усиления колебаний вблизи дна наблюдались резкие понижения температуры морской воды, достигавшие 7-8 °С на протяжении всего нескольких часов. Наиболее выраженная ситуация с резкими скачками температуры наблюдалась на протяжении 8 сут (с 22 по 29 августа), далее отмечался стабильный суточный ход без резких скачков. С 18 по 23 сентября отмечалась очередная серия скачков температуры на горизонте 10 м и усиление вариаций на глубине 100 м. Так, скачок температуры на 20 сентября на верхнем измерителе составил около 6,4 °С и 1,4 °С на нижнем. Как видно из графика, вначале происходит понижение

температуры воды на горизонте 100 метров, а потом на горизонте 10 м, что дает нам основания говорить о подъеме холодной воды с глубины. Отдельно стоит отметить, что данная ситуация отмечается при сильных (скорость течения более 20 см/с) течениях, ориентированных на восток, в сторону берега по нормали к свалу глубин.

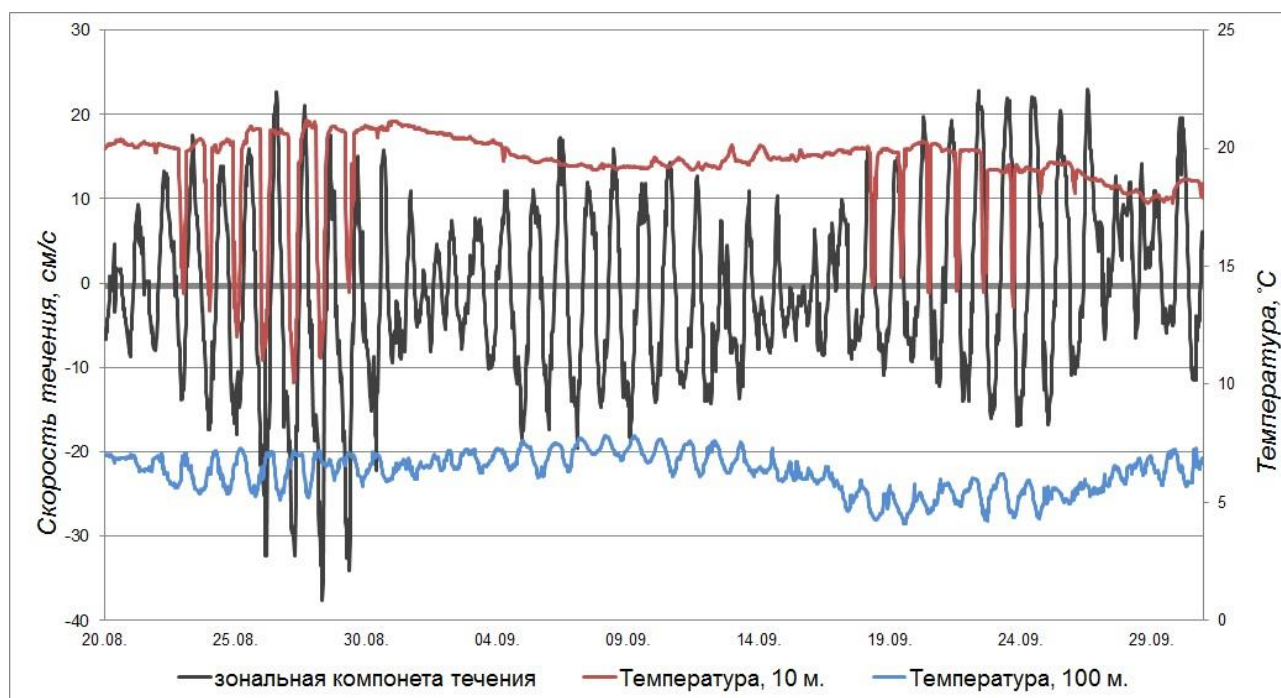


Рис. 2. Вариации температуры морской воды на глубине 10 и 100 метров и зональной компоненты течения на глубине 100 м.

Наиболее вероятной причиной наблюдаемого явления является подъем вод с глубины при взаимодействии приливной волны с резко выраженным свалом глубин подобно тому, как это происходит вблизи островов или на подводных возвышенностях (банка Кашеварова, скала Камень опасности и т.д.). Зоны интенсивного вертикального приливного перемешивания, или приливного апвеллинга, представляют значительный интерес в силу их более высокой биологической продуктивности, обусловленной подъемом биогенных веществ в фотический слой с глубины. В качестве примера рассмотрим результаты комплексной океанологической и гидрохимической съемки, выполненной на разрезе Т1 в апреле 1996 года НИС «Дмитрий Песков». Почти вертикальный наклон изотерм свидетельствует о подъеме более холодной морской воды (рис. 3) вблизи свала глубин юго-восточнее острова Монерон (гидрологические станции 106-104). И в прибрежной зоне, и в мористой части разреза температура воды была выше примерно на 2 °С. Зона подъема более холодной воды характеризовалась повышенными значениями концентрации хлорофилла-а, максимум которого был расположен на глубине 20-25 м (рис. 4). Несколько мористее этой области расположена область с более высокими концентрациями аммонийного азота (рис. 5), но весьма вероятно, что и более высокие концентрации биогенов в подповерхностном слое также обусловлены приливным апвеллингом.

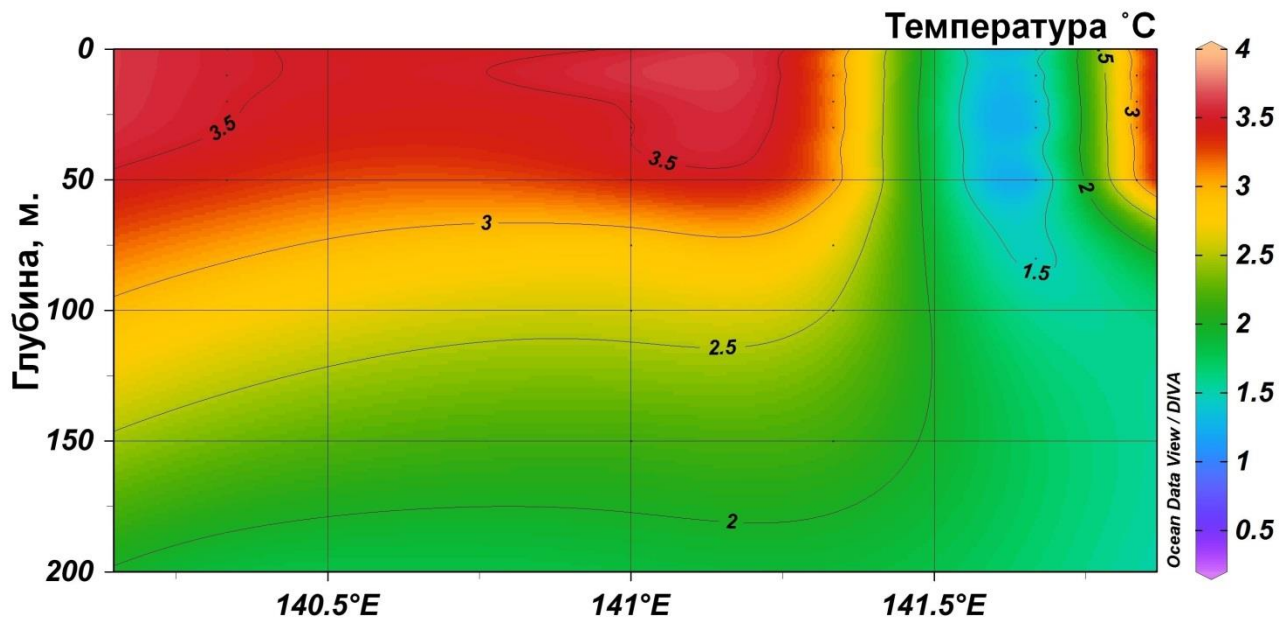


Рис. 3. Вертикальное распределение температуры воды на разрезе Т1 в апреле 1996 г.

Таким образом, в районе резко выраженного свала глубин вблизи о. Монерон при направлении приливного течения в сторону берега, носящего суточный характер, наблюдался подъем холодных вод с глубины, вызывающий колебания температуры с размахом около 2 °С на горизонте около 100 м. При наиболее сильных течениях подъем этих вод достигал поверхностного слоя, что вызывало понижения температуры воды на 7-8 °С на глубине около 10 м. Область подъема холодных вод характеризовалась также повышенными концентрациями хлорофилла-а, что подтверждает выдвинутое предположение о существовании приливного апвеллинга на свале глубин у юго-западного побережья о. Сахалин.

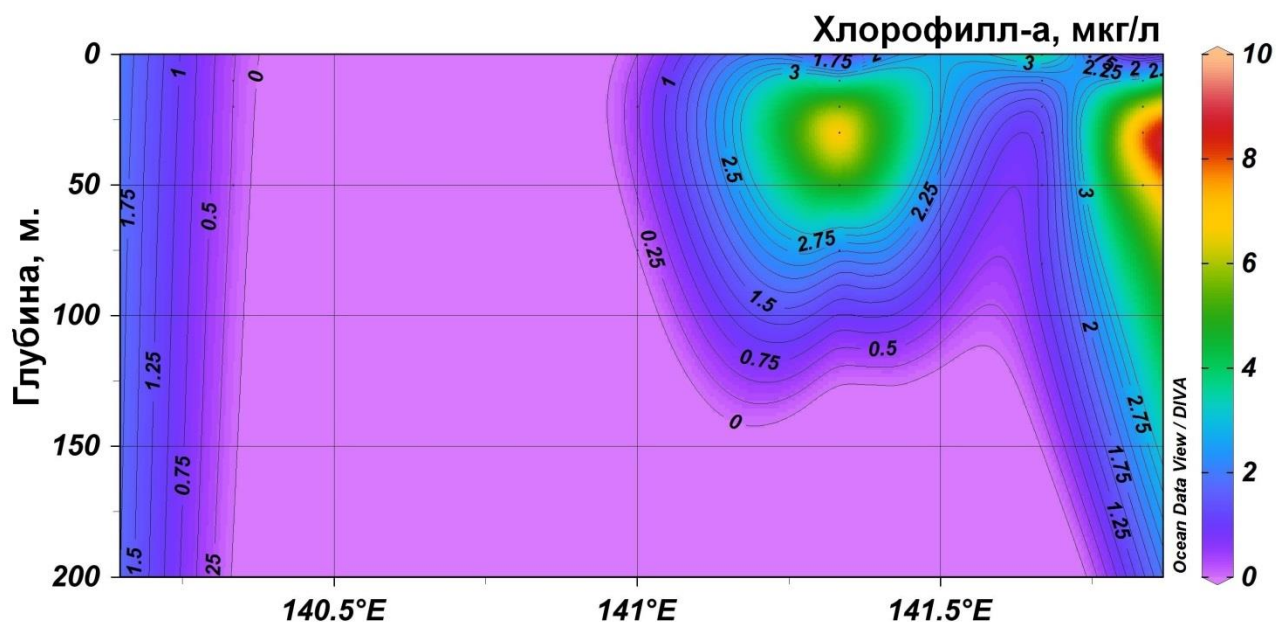


Рис. 4. Вертикальное распределение хлорофилла-а на разрезе Т1 в апреле 1996 г.

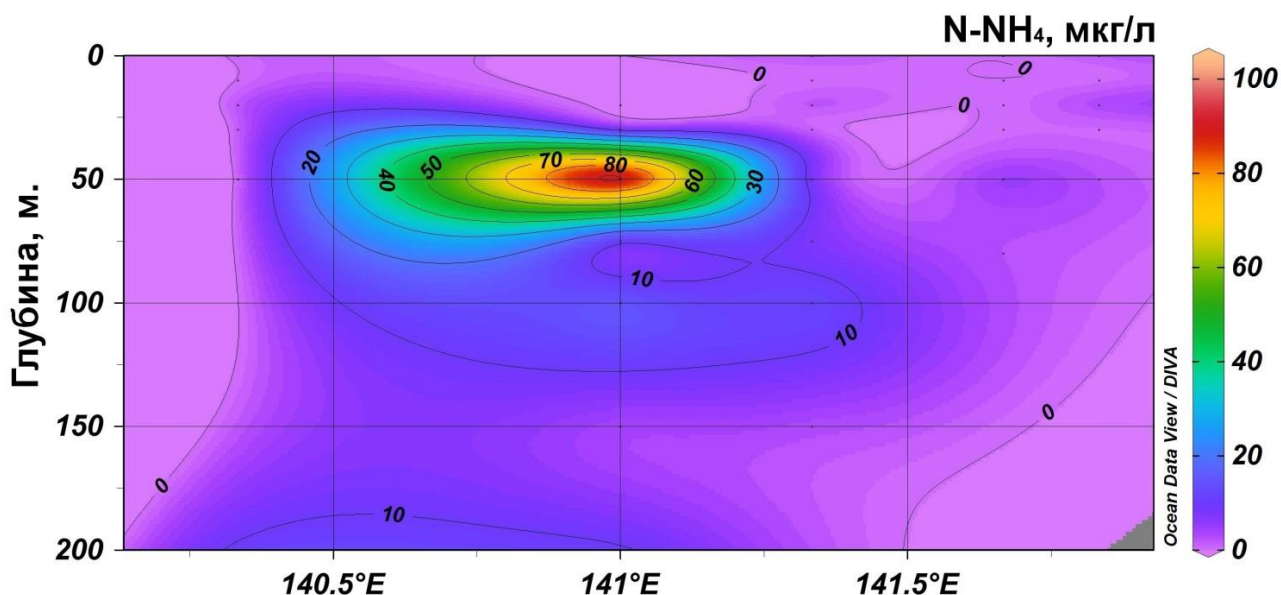


Рис. 5. Горизонтальное распределение аммонийного азота ($N-NH_4$) на разрезе T1 в апреле 1996 г.

Список литературы

Кантаков Г.А., Частиков В.Н., Шевченко Г.В. 2002. Современные исследования течений в рыбопромысловых районах Сахалино-Курильского региона. Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов Сахалино-Курильского региона и сопредельных акваторий. Труды Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии 4, 3-21.

Шевченко Г.В., Частиков В.Н., Марыжихин В.Е. 2018. Сезонные вариации морских гидрологических характеристик у юго-западного побережья острова Сахалин. Метеорология и гидрология 12, 98-104.

Gavrina L.Yu., Propp L.N., Chastikov V.N. 2005. Factors of the environment and production characteristics in Aniva Bay, Sea of Okhotsk and bordering straits (Laperuz, Tatarsky) in 1996-2002. PICES XIV abstracts. Vladivostok, 2005, 143.

Среднегодовалое распределение и размерный состав *Gymnocanthus detrisus* Gilbert et Burke, 1912 (Cottidae) в летний период у западного побережья Камчатки

А.А. Матвеев¹, А.К. Стокоз²

Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»), г. Петропавловск-Камчатский

e-mail: matveev.a.a@kamniro.ru

Ключевые слова: *Gymnocanthus detrisus*, распределение, биомасса, размерный состав, западное побережье Камчатки, донные траловые съёмки.

Аннотация: По результатам летних донных траловых съёмок выполненных в 2010-2019 гг. показано среднегодовалое распределение *G. detrisus* у западного побережья Камчатки. Приведены современные оценки запасов. Обобщены и проанализированы данные по размерному составу за рассматриваемый период.

Широколобый шлемоносец (охотский~, шлемоносный охотский бычок) – *Gymnocanthus detrisus* Gilbert et Burke, 1912 – широкобореальный приазиатский элиторальный вид, распространённый в Японском, Охотском и Беринговом морях, у Восточной Камчатки, а также у тихоокеанского побережья Курильских островов и о-ва Хоккайдо (Линдберг, Красюкова 1987; Тупоногов, Кодолов, 2014). Он относится к сравнительно многочисленным и повсеместно встречающимся видам рыб (Токранов, 2017). Среднегодовалая биомасса вида у западного побережья Камчатки в период с 1986 по 2015 гг. занимала 3 место среди представителей семейства и составляла около 40 тыс. т (Матвеев, Терентьев, 2016). По результатам донных траловых съёмок, выполненных в последующие годы, величина запаса *G. detrisus* оценивалась более 60 тыс. т, а в 2018 г. превысила 80 тыс. т.

По литературным данным, вышеуказанный вид больших скоплений не образует, вылавливается в качестве прилова при промысле других рыб и преимущественно используется для выработки технической продукции. Мясо пригодно в пищевых целях (Котляр, 2006).

По наблюдениям авторов, в последние годы свежемороженая продукция из *G. detrisus* в небольших количествах реализуется в розничной торговле, имеет невысокую стоимость, пользуется стабильным спросом и является перспективным объектом для увеличения объёмов реализации как в розничной сети, так и для последующей переработки в более дорогостоящие виды пищевой продукции.

Несмотря на имеющееся на сегодняшний день значительное количество публикаций, которые позволяют получить представление о различных аспектах биологии вида, в литературе практически отсутствуют данные о современном распределении и размерном составе *G. detrisus*, обитающего у западного побережья Камчатки. Последние сведения относятся к 2015 г. (Матвеев, Терентьев, 2016).

Целью работы является – обобщение и дополнение имеющимися в нашем распоряжении данными о распределении и размерном составе *G. detrisus* в летний период у западного побережья Камчатки.

В качестве исходного материала были использованы данные, полученные по результатам летних донных траловых съёмок, выполненных у западного побережья Камчатки в 2010-2019 гг. Для построения карт распределения использовали метод «Natural Neighbor», реализованный в SURFER (<https://www.goldensoftware.com/products/surfer>).

По литературным сведениям, в летний период *G. detrisus* встречается преимущественно на глубинах до 300 м в водах шельфа и верхней зоны материкового склона (Токранов, 2017). По имеющимся у нас данным, наиболее плотные скопления вида отмечались от 50-100 м до 180-210 м (рис. 1). Максимальная глубина поимок вида, в рассматриваемый период, составляла около 270 м.

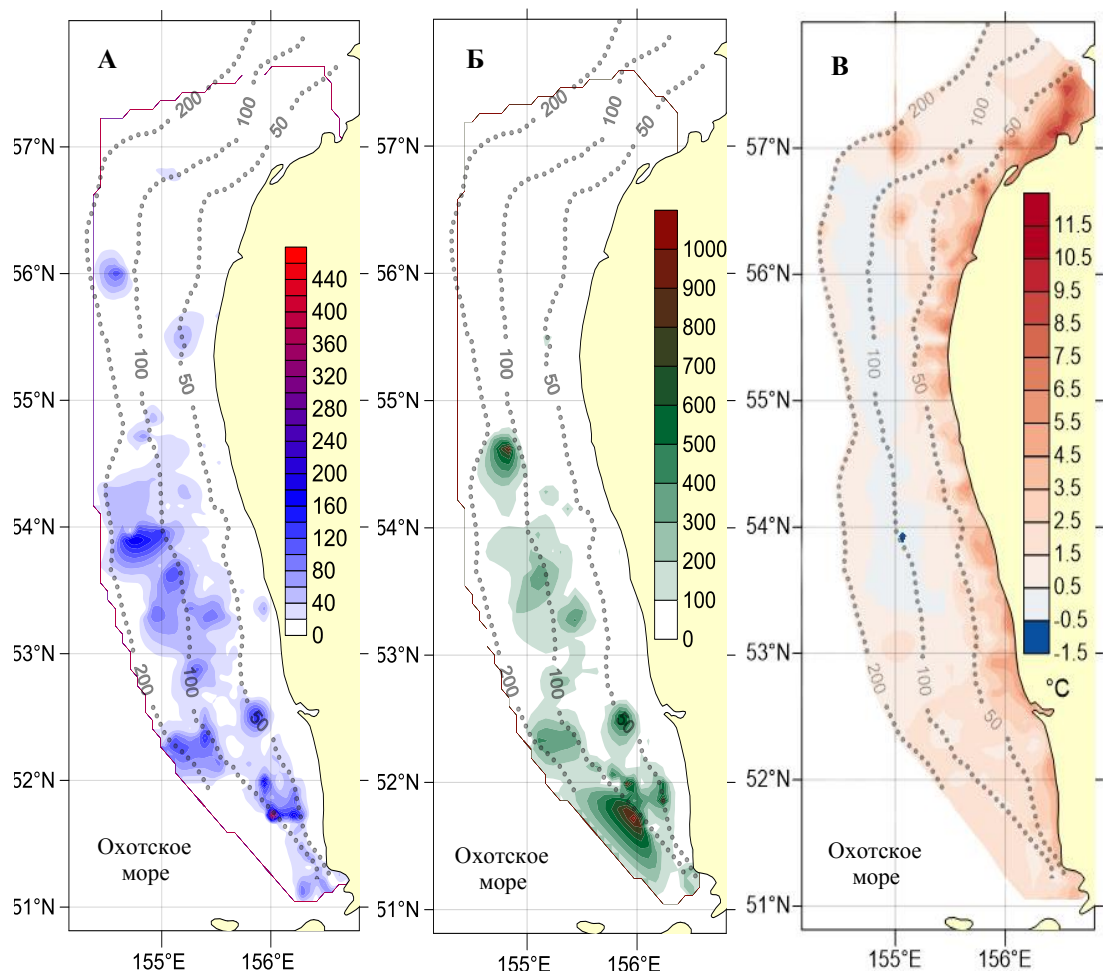


Рис. 1. Среднегодовое распределение уловов *G. detrisus* (А – кг/ч, Б – экз/ч.) и придонной температуры (В – °С) у западного побережья Камчатки по данным летних донных траловых съёмок в 2010-2019 гг. Пунктиром обозначены изобаты 50, 100 и 200 м

Скопления максимальной плотности (как по массе, так и по численности), отмечались южнее 52° с.ш. В этом районе площадь шельфа резко сужается, что по всей видимости и объясняет наличие концентраций повышенной плотности. Крупные скопления средней плотности повсеместно отмечались к северу от 52° до 54° с.ш. Наиболее значительное, по массе, скопление *G. detrisus* зарегистрировано в районе 54° с.ш. при низкой температуре в придонном слое (рис. 1), тогда как концентрация с высокой численностью особей, отмечалась к северу от 54° с.ш. В районе 56° с.ш. также отмечено небольшое скопление средней плотности, при температуре придонного слоя воды, близкой к 0 °С. Согласно опубликованным данным, *G. detrisus* в прикамчатских водах обычно встречается при температуре воды у дна от -1,7 до 1,8 0 °С. Полученные нами данные, в целом, хорошо согласуются с известными литературными источниками и дополняют их (Токранов 1985; Борец 1989; Борец 1997; Терентьев, 1998 и др.).

Длина особей исследуемого вида в уловах донным тралом варьировал от 8 до 41 см, при средней длине 29,9 см. Основу уловов составляли рыбы длиной 26–36 см (около 83%) (рис. 2). В опубликованных ранее работах имеются сведения о поимках особей,

максимальные размеры которых достигали 42 см (Токранов, 1985; Тупоногов, Кодолов, 2014).

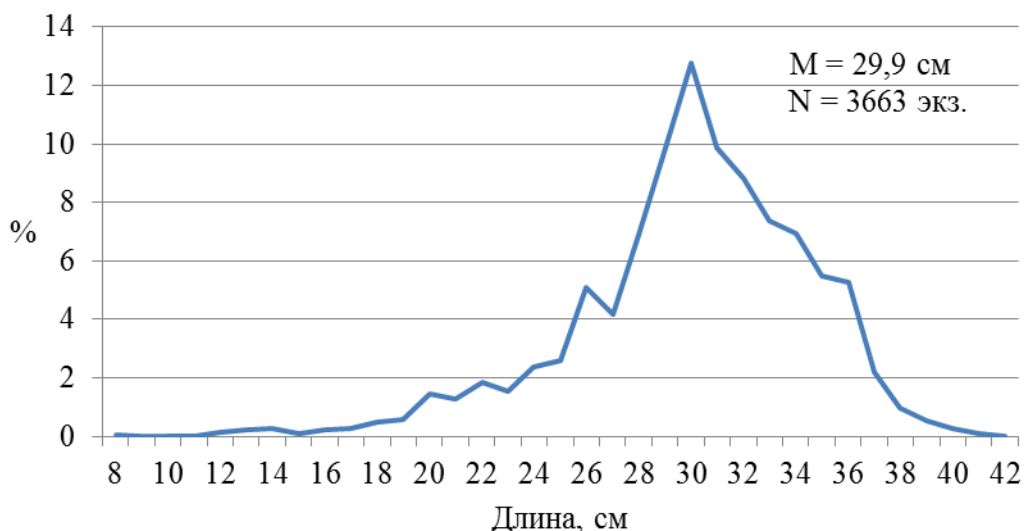


Рис. 2. Размерный состав *G. detrisus* по результатам массовых промеров выполненных в 2010-2019 гг. во время летних донных траловых съёмов у западного побережья Камчатки

По всей видимости, различия в уловах по массе и численности, показанные на рисунке 1, частично обусловлены различиями в средних размерах особей в траловых уловах. Как показано на рисунке 3, средние размеры *G. detrisus* в диапазоне широт от 54° до 56° с. ш. заметно ниже, чем в других исследуемых диапазонах.

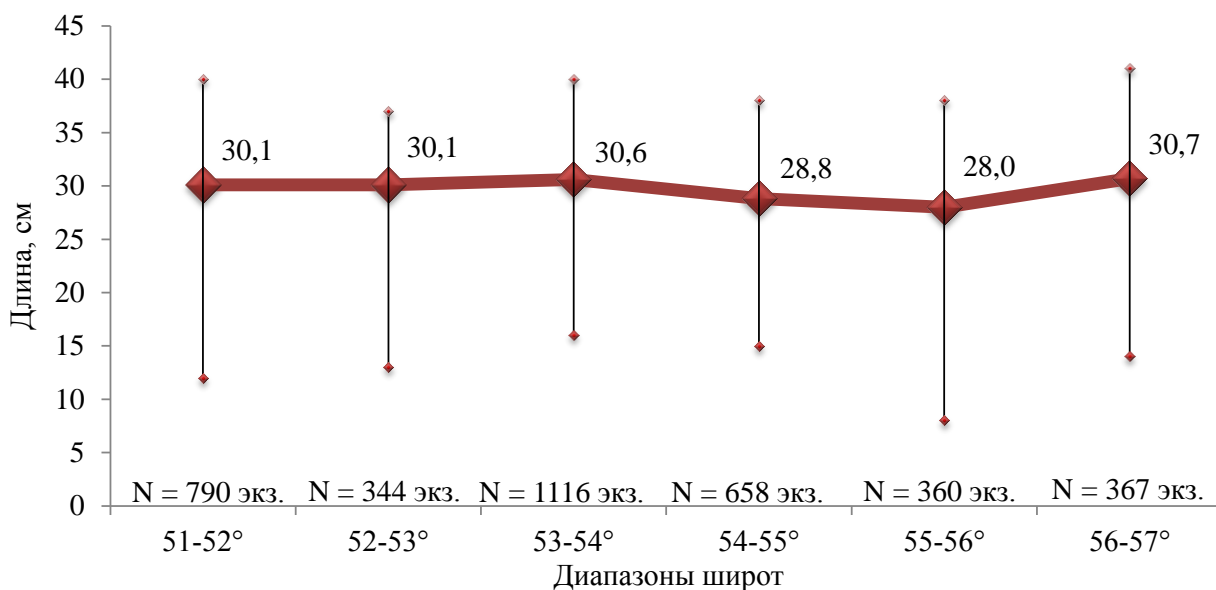


Рис. 3. Предельные и средние размеры *G. detrisus* в различных участках западнокамчатского шельфа по данным летних донных траловых съёмов, выполненных в 2010–2019 гг.

По данным ряда авторов, современные тенденции развития экономики и промысла, указывают на необходимость в ближайшей перспективе комплексного подхода к освоению водных биологических ресурсов, расширению перечня объектов промысла и совершенствованию технологий переработки продукции (Токранов 2014, 2017; Терентьев и др., 2019; Матвеев и др., 2019). Таким образом, с учётом высоких оценок состояния запаса, о которых упоминалось выше, очевидна необходимость современных сведений о биологии и экологии исследуемого вида с целью дальнейшей эксплуатации его запасов.

В результате проведенного нами исследования, определены районы наибольших концентраций *G. detrisus*. Указаны предпочитаемые и максимальные глубины поимок вида. Обобщены результаты массовых промеров за десятилетний период. Показано, что имеются различия в средних размерах особей исследуемого вида по широтным диапазонам. Вероятно, эти различия обусловлены соотношением полов или наличием скоплений мелкоразмерных рыб в диапазоне широт от 54° до 56° с.ш. Это обстоятельство указывает на необходимость проведения специализированных исследований и сбора дополнительного биологического материала.

Список литературы

Борец Л.А. 1997. Донные ихтиоцены Российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. Владивосток: Тинро-центр, 217 с.

Борец Л.А. 1989. Закономерности вертикального распределения донных рыб в летний период на западнокамчатском шельфе. Вопросы ихтиологии. Т. 29, Вып. 3, 370-376.

Котляр А.Н. 2006. Семейство рогатковых – Cottidae. Промысловые рыбы России. В двух томах (под ред. О.Ф. Гриценко, А.Н. Котляра и Б.Н. Котенева). М.: Изд-во ВНИРО, 521-522.

Линдберг Г.У., Красюкова З.В. 1987. Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 5. Л.: Наука, 526 с.

Матвеев А.А., Терентьев Д.А. 2016. Промысел, многолетняя динамика биомассы, распределение и размерный состав массовых видов рогатковых Cottidae у западного побережья Камчатки. Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана, Вып. 41, 17-42.

Матвеев А.А., Терентьев Д.А., Василец П.М. 2019. Структура уловов на различных видах промысла в 2003–2017 гг. и организация многовидового рыболовства у западного побережья Камчатки. Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Научный рецензируемый журнал: КамчатНИРО, (в печати).

Терентьев Д.А. 1998. Состав и биомасса донных рыб у западного побережья Камчатки по результатам учетной траловой съемки летом 1996 года. Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, Вып. IV, 28-32.

Терентьев Д.А., Василец П.М., Матвеев А.А. 2019. Организация многовидового рыболовства на основе структуры уловов на различных видах промысла в 2003-2017 гг. в Петропавловско-Командорской подзоне. Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Научный рецензируемый журнал: КамчатНИРО 53, 5-21.

Токранов А.М. 1985. Биология массовых видов рогатковых (семейство Cottidae) прикамчатских вод. Автореф. дис. канд. биол. наук. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 22 с.

Токранов А.М. 2014. Рогатковые рыбы (Cottidae) прикамчатских вод и проблемы использования их ресурсов. Сборник докладов всероссийской конференции: «Водные и экологические проблемы, преобразование экосистем в условиях глобального изменения климата», Хабаровск, 162-165.

Токранов А.М. 2017. Рогатковые рыбы рода *Gymnocanthus* (Cottidae) прикамчатских вод и проблемы использования их ресурсов. VIII Всероссийская научно-практическая конференция «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование», 176-180.

Тупоногов В.Н., Кодолов Л.С. 2014. Полевой определитель промысловых и массовых видов рыб дальневосточных морей России. Владивосток: Русский Остров, 336 с.

Электронный ресурс. URL: <https://www.goldensoftware.com/products/surfer>. (дата обращения: 1.10.2019).

Сравнительная характеристика макрозообентоса Сурского водохранилища и прилегающих участков р. Суры

Д.И. Мелёшин

Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Саратов

e-mail: dmitrij.meleshin@yandex.ru

Ключевые слова: макрозообентос, Сурское водохранилище, р. Сура.

Аннотация: В работе приведена сравнительная характеристика макрозообентоса Сурского водохранилища и прилегающих участков р. Суры.

Сурское водохранилище создано в 1978 г. в результате перекрытия р. Суры земляной плотинной. Это простое, пойменное долинное водохранилище площадью 110 км² является наиболее крупным водоемом Пензенской области комплексного использования. Наибольшая глубина отмечена в профундальной зоне Приплотинного участка (12-14 м), средняя глубина 5,2 м. Особенностью водохранилища является значительное колебание уровня воды в течение года – около 5 м.

Приведен материал мониторинговых исследований Сурского водохранилища и прилегающих незарегулированных участков р. Суры (2016-2018 гг.). Полученные данные показывают изменение соотношений групп бентосных организмов, зависимости от естественных и антропогенных факторов среды. Донная фауна Сурского водохранилища довольно подробно изучена, описаны экологические группировки, заселяющие различные биотопы с доминирующими комплексами видов (Каменев, Логинова, 2007; Ивановский, 2008; Логинова, 2015).

Макрозообентос исследовали в водохранилище на 10 станциях: по три на трансектах в Приплотинном участке, Сурском и Узинском отрогах, на одной – в центральной части. В р. Суре пробы отбирали на 4 станциях: в медиали и рипали выше Сурского водохранилища и на участке реки ниже плотины. На обследованных участках было идентифицировано около 50 видов и групп макрозообентоса. В донной фауне зарегулированной акватории, обнаружены гетеротопные беспозвоночные: личинки хирономид – *Chironomus* f.l. *plumosus*, *Dicrotendipes nervosus*, *Cladotanytarsus* gr. *mancus*, *Polypedilum* gr. *convictum*, *Leptochironomus* gr. *tener*, *Procladius* sp., *Cricotopus* sp., *Psectrocladius* sp. и др. Постоянноводную фауну представляют олигохеты *Tubifex*, *Lumbriculus*, *Limnodrilus*, в большинстве пелофильные представители – *Limnodrilus hoffmeisteri*.

Средняя численность донных беспозвоночных Сурского водохранилища за исследованный трехлетний период составляет 965 экз/м², биомасса – 11,76 г/м². Наиболее часто встречались личинки *Chironomus* f.l. *plumosus* (в литорали – в 70,7% проб, в профундали – в 73,1% проб).

В течение всего периода исследований максимальные показатели численности и биомассы регистрировали в профундали центральной части водохранилища, в месте слияния отрогов на продуктивном сером иле (рис. 1, 2). Минимальные показатели количественного развития макрозообентоса в литорали отрогов на плотных суглинках с примесью песка с наилком. Полученные данные согласуются с результатами исследований Логиновой (2005).

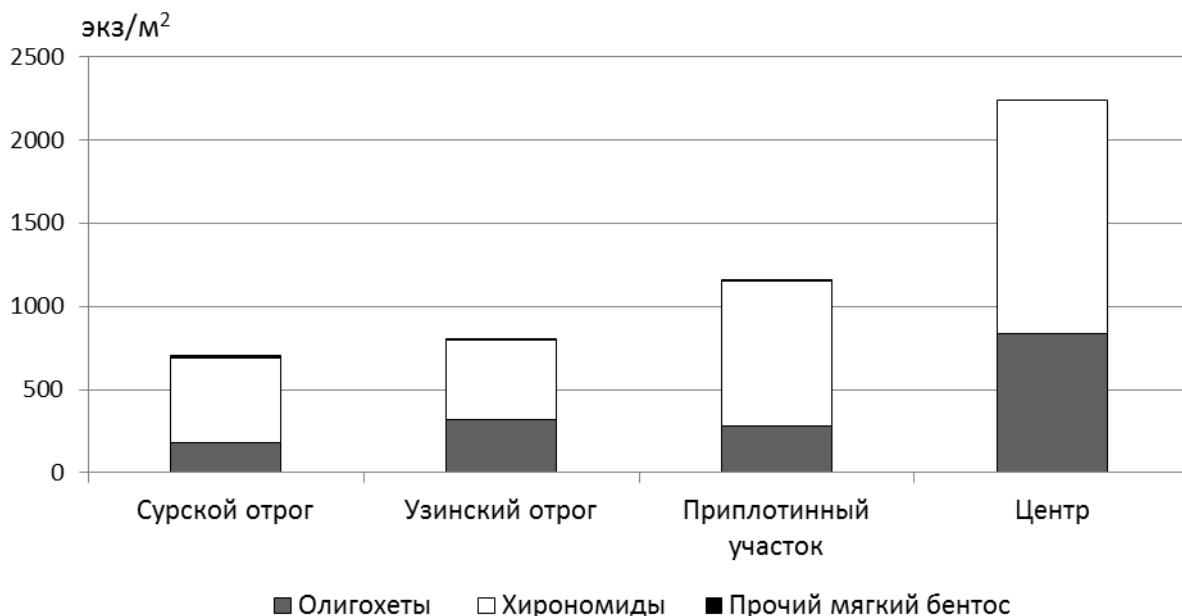


Рис. 1. Структура численности макрозообентоса на исследованных участках Сурского водохранилища 2016-2018 гг.

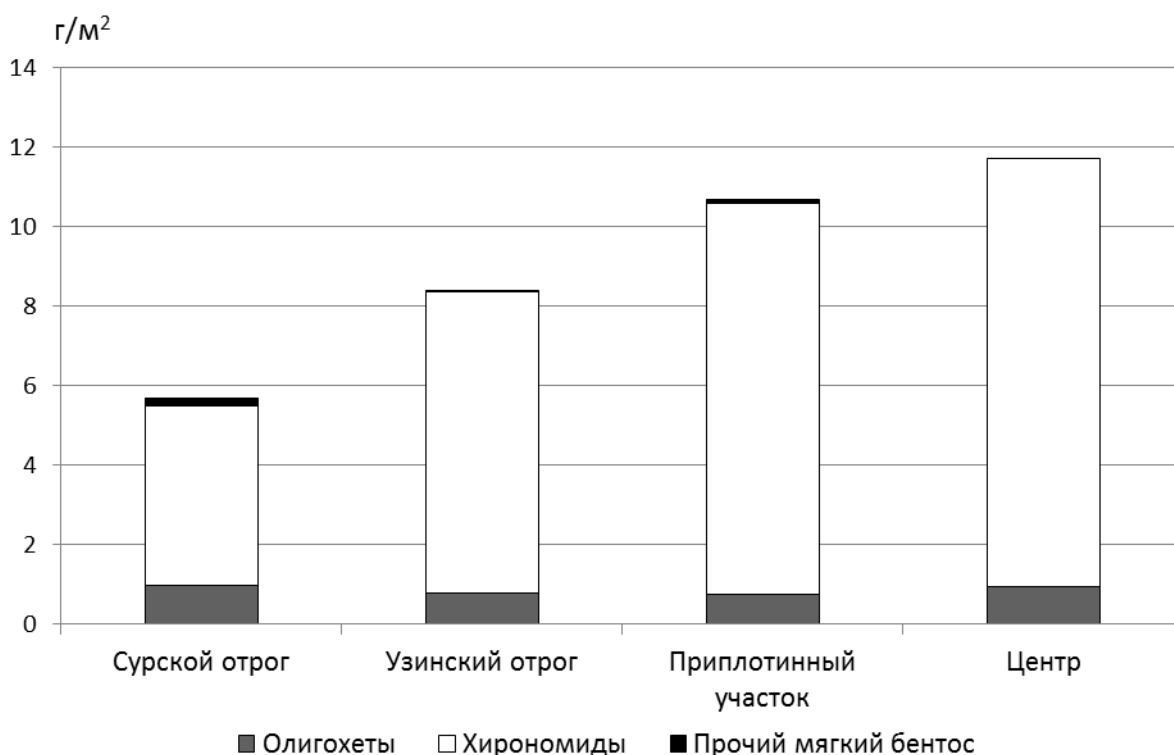


Рис. 2. Структура биомассы макрозообентоса на исследованных участках Сурского водохранилища 2016-2018 гг.

Сравнение макрозообентоса исследуемых станций с помощью коэффициента Серенсена по данным 2018 г., выявило высокую степень сходства фауны профундали центра водохранилища и профундали его отрогов (0,7), причиной тому однотипные серые илистые грунты выстилающие дно сравниваемых участков. Профундаль Приплотинного участка имеет отличия состава фауны по сравнению с прочими станциями (0,5), что обусловлено бедностью видового состава фауны заселяющей черные окисленные илы. Также выявлено

несходство фауны литоральных участков (0,4-0,7) что объясняется вариативностью биотопов, отличающихся характером превалирующих донных грунтов, наличием и распределенностью высшей водной растительности и донных илистых отложений.

В р. Суры выше водохранилища на песке с детритом и песке с камнями, зарегистрированы личинки хирономид (*C. plumosus*, *Procladius* sp., *Cryptochironomus* gr. *defectus*, *Polypedilum* gr. *nubeculosum*) и олигохеты, характерные для псаммо - реофильного комплекса - *Limnodrilus newaensis* (Michaelsen, 1903.). Также, наряду с ними были обнаружены изоподы (*Aselus aquaticus*), личинки поденок (*Caenis horaria*, *Leptoflebia* sp.), личинки веснянок, стрекоз и ручейников. Общие количественные показатели на 2016-2017 гг. невысоки и типичны для естественных речных сообществ, но в 2018 г, наблюдается сильное повышение численности и биомассы двух таксономических групп – личинок хирономид (*Ch. plumosus*, а также *P. gr. nubeculosum*) и малощетинковых червей. Высокая биомасса олигохет объясняется присутствием видов, характеризующихся крупными размерами, таких как *L. newaensis*. При этом групп прочих беспозвоночных практически не встречено.

На речном участке ниже водохранилища, на аналогичных донных грунтах, на песке с детритом и ВВР, в составе донной фауны зарегистрированы личинки хирономид, среди которых доминировали представители подсемейства Tanypodinae, в частности *Procladius* sp. Также был обнаружен ряд других видов и групп хирономид: *C. nervosus*, *Microtendipes pedellus* (De Geer, 1776), *Ablabesmyia monilis* (Linnaeus, 1758), *Cricotopus (Isocladius) trifasciatus* (Meigen, 1813). Помимо личинок комаров звонцов, выявлен ряд групп прочих личинок насекомых: поденок *Caenis horaria* (L., 1758), *Ephemerella* sp., *Heptagenia* sp., стрекоз *Coenagrion hastulatum* (Charpentier, 1825), перистоусых комаров *Chaoborus flavicans* (Meigen, 1830), жуков *Haliphus* sp. Среди постоянноводных животных макрозообентоса большую часть составляли пиявки (*Erpobdella octoculata* (Linnaeus, 1758), *Helobdella stagnalis* (Linnaeus, 1758)) и неполовозрелые олигохеты семейства Tubificidae, малую долю составляли водяные ослики *Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758). На песке с камнями были обнаружены различные виды и группы личинок хирономид (*M. pedellus*, *Glyptotendipes* sp., *Tanitarsus* sp., *Polypedilum nubeculosum* (Meigen, 1804), *Cricotopus bicinctus* (Meigen, 1818) и др.), а также личинки ручейников *Hydropsyche angustipennis* (Curtis, 1834). На данном участке зарегистрированы как реофильные, так и эврибионтные виды, характерные для биотопов Сурского водохранилища, вследствие этого фаунистический комплекс бентонтов р. Суры выше подпора и ниже плотины отличаются (коэффициент Серенсена – 0,3-0,4). Исключая 2018 г., на участке ниже водохранилища численность и биомасса зообентоса была на порядок выше. Это объясняется положительным влиянием вод, обогащенных органическими веществами, формирующихся в условиях водохранилища, на сообщества донных макробеспозвоночных. В целом за исследованный период на данном участке показатели численности биомассы находились в пределах сезонных годовых колебаний (рис. 3,4).

При сравнительном анализе участков р. Суры и Сурского водохранилища выявлено, что на участках с речным режимом на грунтах составляющих пески и пески с наилком, а также с сегментарно распределенными биотопами с высшей водной растительностью, фауна макрозообентоса разнообразнее, и в основе своей представляет псаммо-реофильный комплекс. Степень видового сходства с зоной подпора по коэффициенту Серенсена невысока (0,1-0,4).

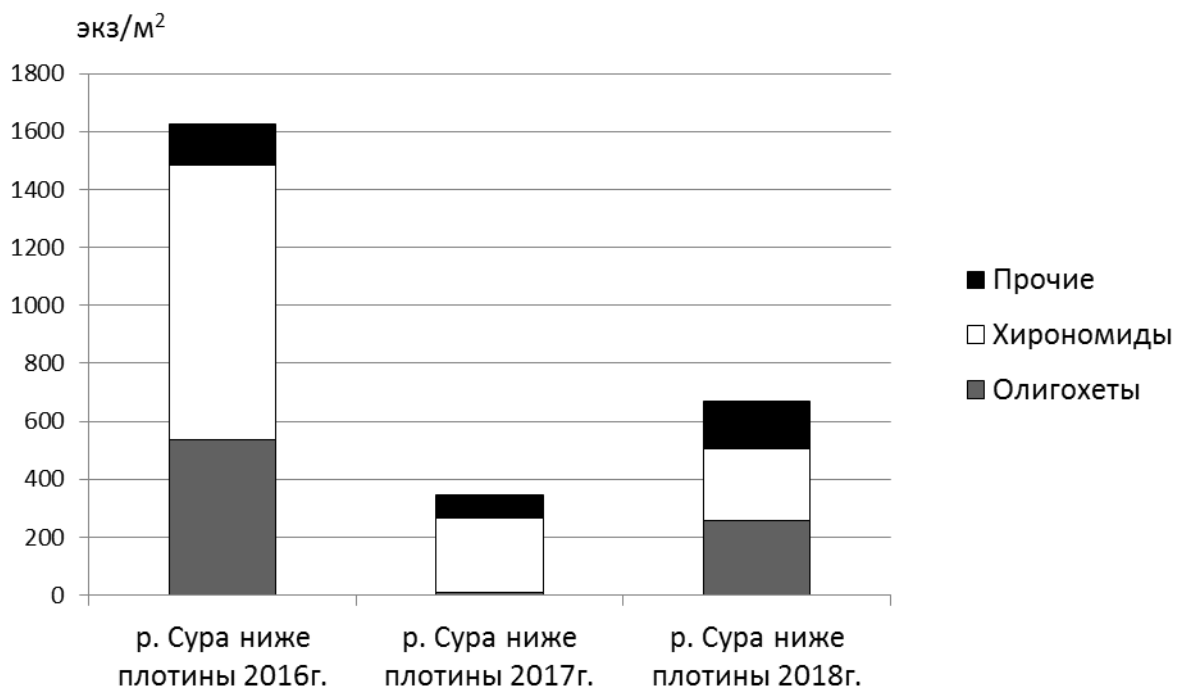


Рис. 5. Структура численности макрозообентоса на исследованных участках р. Суры ниже плотины 2016-2018 гг.

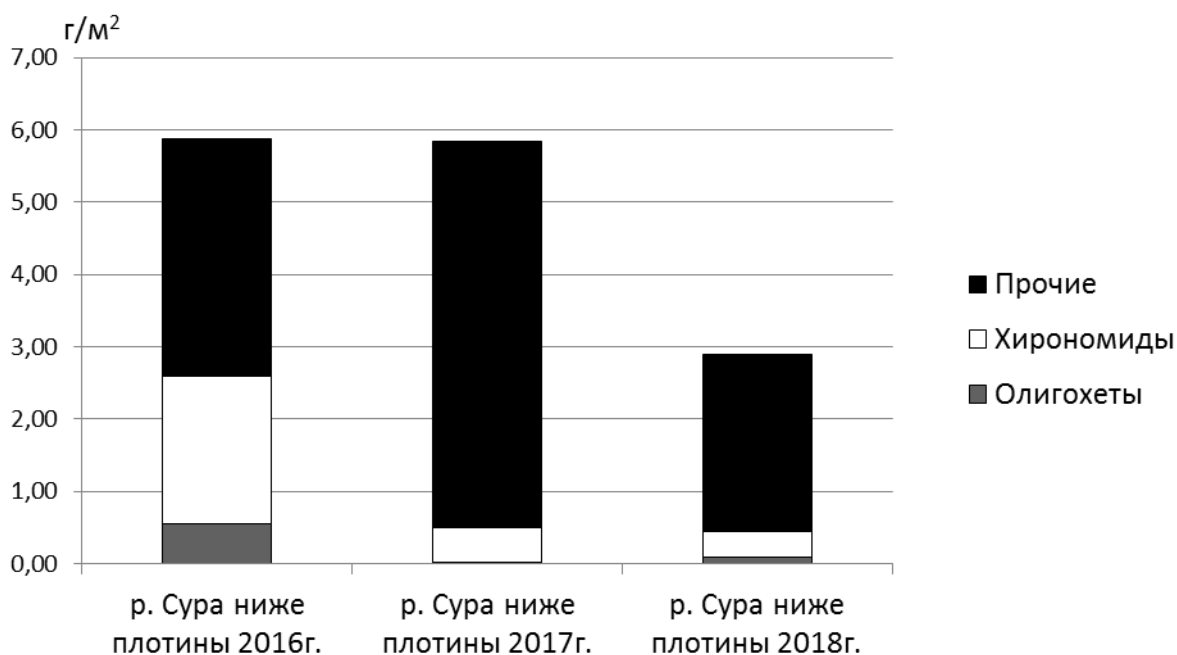


Рис. 6. Структура биомассы макрозообентоса на исследованных участках р. Суры ниже плотины 2016-2018 гг.

В итоге, речной участок в зоне подпора, с момента зарегулирования плотиной, за полувековой период прошел долгий процесс седиментации, т.е. заиления донных грунтов. Тем самым изменившиеся биотопические условия привели к переформированию естественного речного псаммо-реофильного фаунистического комплекса донных гидробионтов, перестройке структуры и увеличению его количественных показателей.

Обсуждаемые изменения повлияли и на структуру бентосных сообществ ниже лежащих участков р. Суры.

Список литературы

Ивановский А.А. 2008. Макрозообентос Пензенского водохранилища в 2007 году: количественное развитие и продукция сообщества. Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского 10(14), 97-100.

Каменев А.Г., Логинова А.Н. 2007. Макрозообентос Сурского водохранилища. Саранск, 157 с.

Логинова А.Н. 2005. Эколого-Фаунистическая характеристика и продукция макрозообентоса Сурского водохранилища. Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. к.б.н. М., 58 с.

Логинова А.Н., Кузнецов В.А., Андрейчев А.В. 2015. Оценка качества воды Сурского водохранилища по состоянию макрозообентоса. Научная жизнь 1, 154-169.

Раннее расхождение в темпах роста и развития каменного гольца и мальмы в экспериментальных условиях

Н.О. Мельник¹, Г.Н. Маркевич², Е.В. Есин³

¹Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук (ИПЭЭ РАН), г. Москва

²ФГБУ «Кроноцкий государственный заповедник», г. Петропавловск-Камчатский

³ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

Ключевые слова: *Salvelinus malma*, каменный голец, ранний онтогенез.

Анотация: Впервые найдено нерестилище каменного гольца, специализированной формы северной мальмы *S. malma* эндемичной для бассейна р. Камчатка. На этом нерестилище определены основные гидрохимические показатели воды, проведено сравнение с известными нерестилищами мальмы. Собрана и выращена в одинаковых условиях икра мальмы и каменного гольца. Определены скорости развития, линейного и весового роста в первые полгода жизни для обеих групп.

Гольцы рода *Salvelinus* – одна из наиболее изменчивых групп позвоночных животных. Изучение особенностей экологии и онтогенеза специализированных форм необходимо для понимания процессов их эволюционного становления. Каменный голец, как следует из результатов анализа мтДНК, является эволюционно молодой группой, отошедшей от основной линии северной мальмы *S. malma* (Oleinik et al., 2019). Он, очевидно, сформировался в бассейне реки Камчатка, поскольку не встречается в других речных бассейнах Северной Пацифики. Известно, что это специализированный хищник, обитающий в среднем течении реки Камчатка, однако его биология изучена недостаточно, в частности, не были обнаружены нерестилища и отсутствовали данные по раннему развитию (Глубоковский, 1995; Савvaitова, Максимов, 1970; Савvaitова, 1989; Oleinik et al., 2019; Pavlov, Savvaitova, 1991). В отличие от мальмы, питающейся бентосом на протяжении всей жизни, каменный голец начинает питаться рыбой с возраста 2+, что может быть связано с его превосходством в скорости роста в раннем онтогенезе. Ранее было описано развитие мальмы в экспериментальных условиях (Пичугин, 2015). Нами, для сравнения характеристик скорости роста и развития в раннем онтогенезе мальмы и каменного гольца был поставлен эксперимент, в ходе которого молодь обеих группы выращивались при одинаковых условиях.

В 2017 г. было обнаружено нерестилище каменного гольца в ручье Путанном (координаты). Этот ручей впадает в правый приток р. Камчатка – р. Щапину. В этом же ручье, но выше по течению нерестилась мальма. Значительные различия наблюдались в гидрохимических условиях на нерестилищах мальмы и каменного гольца. Нерестилище каменного гольца расположено в среднем течении ручья Путанный, где вода имеет тёмно-коричневый цвет, а на галечном дне имеется слой ила. На нерестилищах мальмы, вода бесцветная, а грунт чистый, гравийно-галечный, практически без мелкодисперсной фракции (размер частиц <0.01 мм). Незначительно отличались скорости течения: 0,3-0,7 м·с⁻¹ в ручье Путаном на нерестилище каменного гольца, 0,4-0,8 м·с⁻¹ у мальмы в верхнем течении ручья Путанный; 0,5-1,1 м·с⁻¹ у мальмы в ручье Одиноком. Гидрохимические характеристики воды определялись с помощью мультитестера HI98130 (Hanna Inst.). Общая минерализация, кислотность и содержание органических соединений (определялось по химическому потреблению кислорода) были выше на нерестилищах каменного гольца (табл.).

Производители каменного гольца были взяты на нерестилище в ручье Путанном (55.131574 с.ш., 159.672266 в.д.), производители мальмы – в ручье Одиноком (55.226425 с.ш., 158.503194 в.д.), который расположен в на расстоянии 75 км по прямой от нерестилища

каменного гольца. Нерест каменного гольца происходил в первой половине сентября, а мальмы – на месяц позже. Оплодотворенная икра каждой формы была получена из смеси половых продуктов 10 самцов и 10 самок. Оплодотворение проводилось стандартным сухим методом (Смирнов, 1963). В течении двух дней икру доставили в лабораторию, дальнейшую инкубацию и выращивание проводили в аквариумах объёмом 250 л, с постоянным аэрированием, поддержанием постоянных значений рН, минерализации и температуры воды ($3,0 \pm 0,3$ °С). Суммарно на инкубацию было помещено по 1000 икринок каменного гольца и мальмы. Икра и молодь выдерживалась в сетчатых садках с плотностью посадки 50 экз/0,005. Возраст и скорость роста молоди оценивались относительно накопленных градусо-дней (гр*дн), максимальный возраст молоди достигнутый в эксперименте составил 700 гр*дн после вылупления. По 30 особей каменного гольца и мальмы отбирали для анализа на стадиях икры, перехода в предличинку, личинку, позднюю личинку, малька; стадии определены по Баллону (Ballon, 1985). Для сравнения с экспериментальными данными на нерестилищах были собраны дикие сеголетки-пестрятки, возрастом приблизительно 850 гр*дн., каждую особь в момент отбора проб взвешивали и измеряли её длину до конца хвостового плавника.

Таблица. Характеристики воды на нерестилищах каменного гольца и мальмы в период нереста

| Параметр | Каменный голец
нижнее течение
ручья Путанный | Мальма | |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| | | Верхнее течение
ручья Путанный | Мальма
Ручей Одинокый |
| Цветность, ° | 80-100 | 10-20 | 10 |
| Температура, °С | 5,75 (3,9-7,3) | 2,15 (0,5-4,6) | 3,30 (0,9-4,9) |
| Общая минерализация,
mg L ⁻¹ | 20-25 | 10-12 | 8-10 |
| рН | 6,9-7,1 | 7,5-7,7 | 7,6-7,8 |
| Химическое
потребление кислорода,
mg L ⁻¹ | 12-14 | 7 | 6 |

Диаметр икринок был одинаков у каменного гольца и мальмы ($0,51 \pm 0,14$ см; пределы 0,5-0,7 см; t-тест Стьюдента, $p = 0,889$). После выклева свободные эмбрионы обеих групп имели длину 1,6-1,9 см и массу 65-80 мг. Вылупление каменного гольца происходило в период 335-370 гр*дн после оплодотворения, эмбриональное развитие мальмы продлилось 360-400 гр*дн. Каменный голец достиг стадии личинки через 150 гр*дн после вылупления, а мальма – через 170 гр*дн. Стадии малька каменный голец достиг раньше мальмы – 510 гр*дн и 540 гр*дн, соответственно (рис. а). Таким образом в условиях нашего эксперимента каменный голец развивался заметно быстрее, чем мальма.

Помимо различий в сроках достижения фенокритических стадий, различия между формами наблюдались по длине и массе, однако статистически значимыми ($p < 0,01$) эти различия стали после 500 гр*дн (рис.). Разница в скорости линейного и весового роста постепенно увеличивались в ходе дальнейшего развития. К концу эксперимента мальки каменного гольца были крупнее мальков мальмы в среднем на 15% по длине и на 40% по массе. Пестрятки первого года жизни, пойманные в сентябре на нерестилищах (каменный голец 30 особей, мальма – 25), также достоверно отличались по длине и массе (рис. б, в).

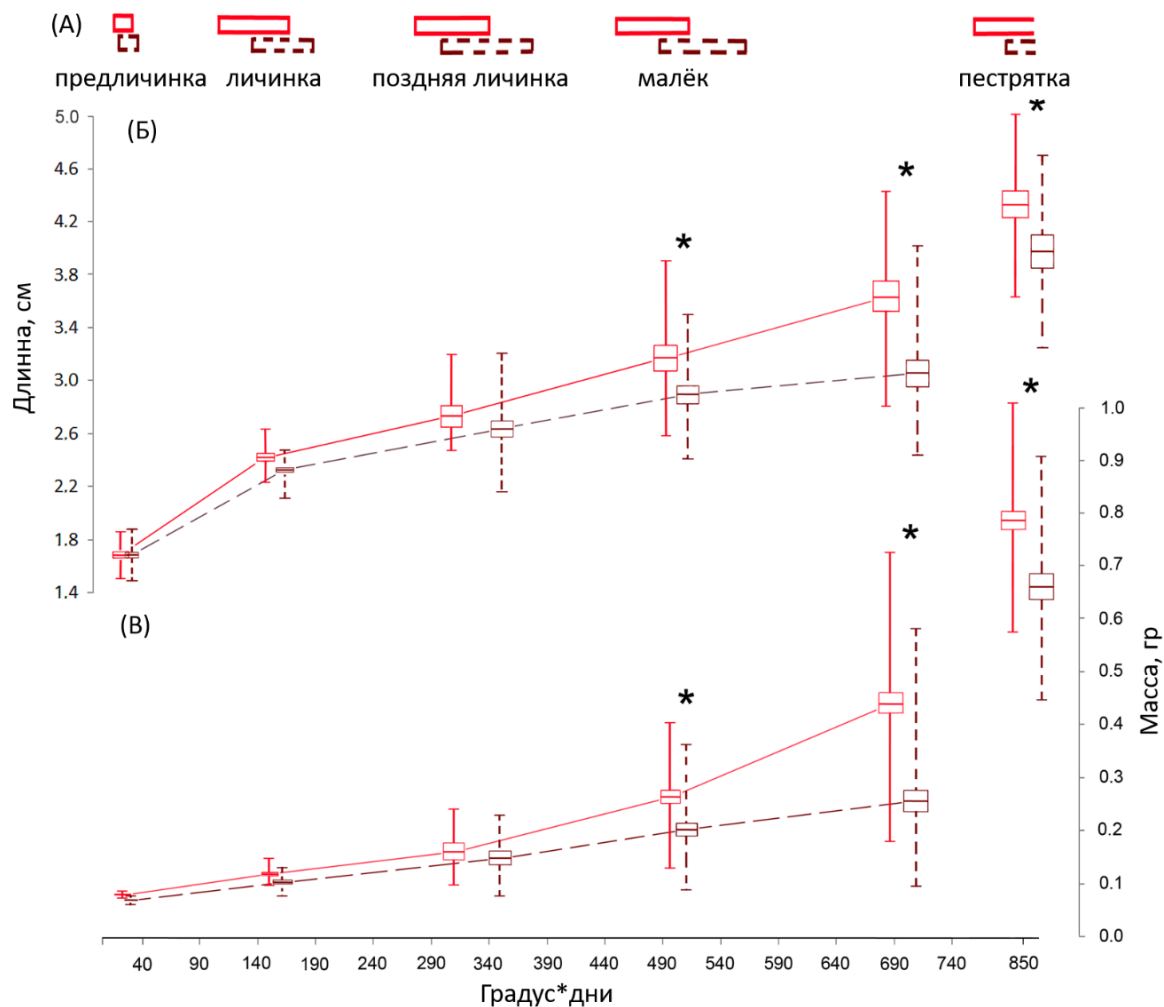


Рис. Скорость развития и постнатальный рост каменного гольца и мальмы: (а) возраст достижения фенокритических стадий, оценённый в накопленных градусо-днях; (б) линейный рост и (в) весовой рост. На графике показаны среднее \pm стандартная ошибка, максимальные и минимальные значения. Показатели каменного гольца обозначены сплошной линией, мальмы – пунктиром. Звёздочкой отмечены те стадии, на которых наблюдались статистически значимые различия (t-тест Стьюдента, $p < 0.01$).

Эксперимент показал существенные различия по скорости линейного и весового роста у каменного гольца и мальмы в раннем онтогенезе. Каменный голец развивается быстрее мальмы, что подтверждается данными из природных популяций. Ускоренное развитие и ранний нерест вероятно связан с трофической специализацией каменного гольца, как хищника. Можно предположить, что различия между мальмой и каменным голцом в раннем развитии генетически детерминированы, что соответствует недавно обнаруженным генетическим различиям между этими формами (Oleinik et al., 2019), а формирование этих различий вероятно индуцировано адаптацией к специфике условий нереста, однако для подтверждения этой гипотезы требуются данные с других нерестилищ каменного гольца, которые еще предстоит обнаружить.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ грант № 18-34-20075

Список литературы

- Глубоковский М.К. 1995. Эволюционная биология лососевых рыб. М.: Наука, 343 с.
 Савvaitова К.А., Максимов В.А. 1970. Каменный голец из бассейна р. Камчатки. Биол. Науки 5, 7-20.
 Савvaitова К.А. 1989. Арктические голцы: (Структура популяционных систем, перспективы хозяйственного использования). Агропромиздат.

Смирнов А.И. 1963. Инструкция по искусственному разведению лососей. М.: Изд-во Рыбное Хозяйство, 60 с.

Пичугин М.Ю. 2015. Особенности роста и развития скелета ранней молоди северной мальмы *Salvelinus malma malma* из рек Западной Камчатки в связи с температурным режимом нерестилищ. Вопросы ихтиологии 55(4), 435-452.

Balon E.K. 1985. Early life histories of fishes: new developmental, ecological and evolutionary perspectives. Dr W. Junk.

Oleinik A.G., Skurikhina L.A., Kukhlevsky A.D., Bondar E.I. 2019. On the origin of endemic stone charr in the Kamchatka River basin. Hydrobiologia, 1-13.

Pavlov S.D., Savvaitova K.A. 1991. The stone char of the Kamchatka River. Isacf, 5, 131-134.

Межгодовая динамика показателей зообентоса Нижнекамского водохранилища

А.В. Мельникова

Татарский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТатарстанНИРО»)

e-mail: d.bugensis@mail.ru

Ключевые слова: зообентос, Нижнекамское водохранилище, частота встречаемости, численность и биомасса, межгодовая динамика.

Аннотация: По результатам проведения исследований на Нижнекамском водохранилище по данным 2017 и 2018 гг. были изучены особенности межгодовой динамики качественных и количественных показателей донной фауны. Наиболее часто в пробах в рассматриваемые годы встречался бокоплав *Chelicorophium sowinskyi* (Martynov, 1924), который также являлся «константным» видом. Однако для большинства групп донных беспозвоночных было характерно увеличение частоты встречаемости с 2017 по 2018 гг. Так же было получено, что суммарные количественные показатели зообентоса в Нижнекамском водохранилище в 2018 г. превышали в 1,2 по численности и 2,5 раза по биомассе таковые в 2017 г. В целом в обоих рассматриваемых годах основной вклад в формирование показателей зообентоса вносили представители Crustacea и Mollusca.

Нижнекамское водохранилище является одним из крупнейших искусственных водохранилищ Республики Татарстан и самым нижним среди Камских водохранилищ. Созданный в 1979 г., водоем на сегодняшний день выполняет множество функций, например, экономическую, рекреационную и природоохранную. На его берегах располагаются множество турбаз, заказников («Камско-Икский» и «Кичке-Тан») и национальный парк «Нижняя Кама» (Государственный ..., 2007).

Зообентосные организмы являются важными компонентами экосистемы водных объектов, так как они принимают участие во многих процессах, происходящих в водоемах (например, трансформация органического вещества, самоочищение и другие). Однако распределение их по водоему зависит от многих факторов (например, от таких как глубина, колебание уровня воды, тип грунта, зарастаемость и другие) (Константинов, 1986). В свою очередь водохранилища являются высокодинамичными системами, что и определяет особенности процессов, протекающих внутри данных водоемов (Яныгина, 2016).

Первые исследования по изучению качественных и количественных особенностей зообентоса водохранилища выполнялись В.П. Миловидовым начиная с 1979 г. (Миловидов, 1985), т.е. в первые годы заполнения. Было установлено, что зообентос формировался в основном по классической схеме, которая была свойственна такому типу водоемов. Сначала в результате изменений условий существования гидробионтов и естественного биогенного загрязнения произошли значительные изменения в таксономическом составе и роли отдельных групп зообентоса. Произошло снижение роли реофильных видов в донных сообществах – они сохранились лишь в верховье водохранилища, где остались речные условия. Затем наблюдалось снижение разнообразия кормового бентоса, однако общая биомасса бентоса наоборот увеличилась, особенно, на участках где сохранились лимнологические условия (Миловидов, 1985; Горшкова, 2006). В последующие годы наблюдалось увеличение суммарных количественных показателей и мягкого бентоса в том числе (табл. 1).

Изучение межгодовой динамики показателей донных организмов в водоеме под влиянием различных факторов, основным из которых является антропогенный (Безматерных, 2007), является актуальным. Таким образом, цель данной работы – изучение

особенностей изменения таксономического состава и количественных показателей донной фауны водохранилища по годам.

Таблица 1. Среднегодовые показатели численности (N , экз/м²) и биомассы (B , г/м²) зообентоса и мягкого бентоса, доминанты в Нижнекамском водохранилище в разные годы (Миловидов, 1985; Шакирова и др., 2013)

| Годы | N | B | Мягкий бентос | | Доминанты | |
|------------------------|------|--------|---------------|------|-----------|-----------|
| | | | N | B | по N | по B |
| 1979 ¹ | 2593 | 73,51 | 864 | 5,24 | дрейссена | дрейссена |
| 1980 ¹ | 2666 | 477,58 | 1157 | 8,80 | дрейссена | дрейссена |
| 1981 ¹ | 1390 | 529,25 | 902 | 4,84 | дрейссена | дрейссена |
| 1982 ¹ | 1274 | 609,74 | 768 | 4,27 | дрейссена | дрейссена |
| 1983 ¹ | 418 | 26,48 | 380 | 2,79 | олигохеты | дрейссена |
| 2006–2012 ² | 1934 | 205,30 | – | – | моллюски | моллюски |

«←» – данные отсутствуют

Для проведения анализа по межгодовой динамике качественных и количественных показателей нами были взяты пробы, отобранные только в августе 2017 и 2018 гг. Таким образом, материалом для анализа послужили 65 проб донных беспозвоночных, отобранных на Нижнекамском водохранилище на пяти разрезах: 1) в районе г. Менделеевск, 2) у устья р. Иж, 3) у населенного пункта (нп) Красный Бор, 4) у н.п. Каракулино и 5) у н.п. Камбарка. На каждом из указанных разрезов сбор материала осуществляли, по возможности, на трех станциях (на правом берегу, левом берегу и русле). Для сбора материала использовали дночерпатель Петерсена, площадь захвата которого 0,025 м². Фиксировали пробы беспозвоночных 96%-м спиртом по общепринятым стандартным методам в гидробиологии (Методика ..., 1975; Методические..., 1984).

Для оценки состояния сообщества донных беспозвоночных в работе были использованы: частота встречаемости (P , %), абсолютные показатели численности (N , экз/м²) и биомассы (B , г/м²) и индекс доминирования (I_d , %; Методика ..., 1975; Шитиков и др., 2003; Паньков, 2004), а также модифицированный индекс плотности Арнольди (A , %) в модификации Щербины (Щербина, 2009).

Статистическую обработку данных выполняли с использованием прикладных программ Microsoft Excel и Statistica. Для оценки достоверности различий количественных показателей зообентоса по годам применяли дисперсионный анализ способом ANOVA (Tukey's HSD test). Перед обработкой данные были преобразованы в нормальное распределение с использованием функции $\log_{10}(x+1)$.

Согласно проведенным исследованиям, было получено, что зообентос в летний период 2017 г. был представлен 53 таксонами донных беспозвоночных, а 2018 г. – 52. Фауна включала представителей пяти таксономических групп: Nematoda, Annelida, Mollusca, Crustacea и Insecta. Среди них наибольшим разнообразием отличался класс Насекомые, в основном за счет отряда Diptera, которые и формировали основу качественного разнообразия зообентоса как в 2017 г., так и в 2018 г. (рис. 1).

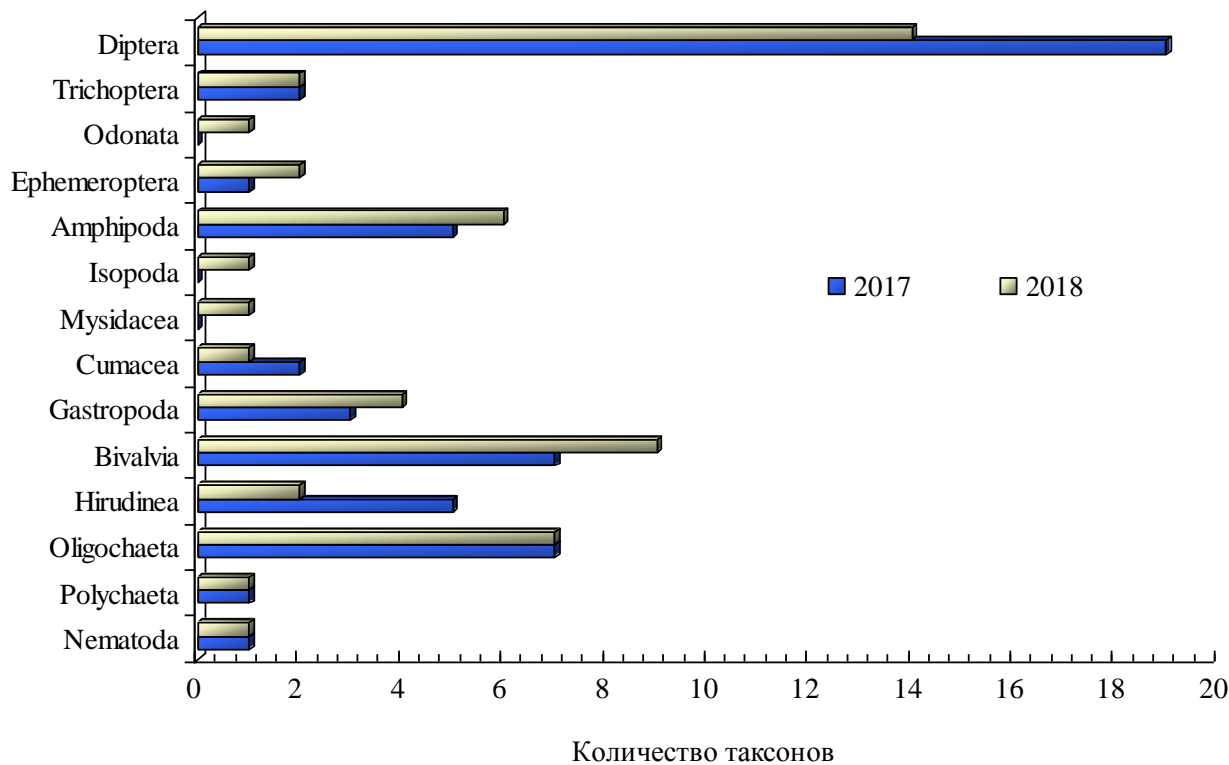


Рис. 1. Таксономический состав донной фауны Нижнекамского водохранилища в летний период в 2017 и 2018 гг.

Среднее количество таксонов в одной пробе в 2017 г. было несколько ниже по сравнению с последующим годом. Так в 2017 г. этот показатель составил $7,5 \pm 0,8$, а в 2018 г. – $8,6 \pm 3,7$.

По частоте встречаемости, как в 2017, так и в 2018 г, среди выявленных видов донных беспозвоночных наиболее часто в пробах попадались представители класса Crustacea. Соответственно, доминирующим видом являлся корофиум *Chelicorophium sowinskyi* (Martynov, 1924), частота встречаемости которого в рассматриваемые годы составила более 72% отобранных проб. На втором месте в 2017 г. по встречаемости располагалась группа насекомых (в основном представленная Diptera), а в 2018 Oligochaeta (табл. 2).

Таблица 2. Частота встречаемости (%) представителей таксономических групп в Нижнекамском водохранилище по годам

| Группы | 2017 г. | 2018 г. |
|-------------|---------|---------|
| Nematoda | 10,0 | 9,1 |
| Polychaeta | 23,3 | 50,0 |
| Oligochaeta | 66,7 | 81,8 |
| Hirudinea | 23,3 | 22,7 |
| Mollusca | 66,7 | 77,3 |
| Crustacea | 93,3 | 95,5 |
| Insecta | 76,7 | 77,3 |

В целом можно сказать, что у большинства выявленных групп донных беспозвоночных увеличилась частота встречаемости в 2018 г. по сравнению с предшествующим годом.

Сравнительный анализ количественных данных по годам показал, что в 2018 г. наблюдалось достоверное увеличение численности и биомассы зообентоса по сравнению с

предыдущим годом (ANOVA: $p < 0,04$). Так суммарные количественные показатели численности и биомассы донных беспозвоночных на водохранилище в 2017 г. были значительно ниже по сравнению с 2018 г. (рис. 2).

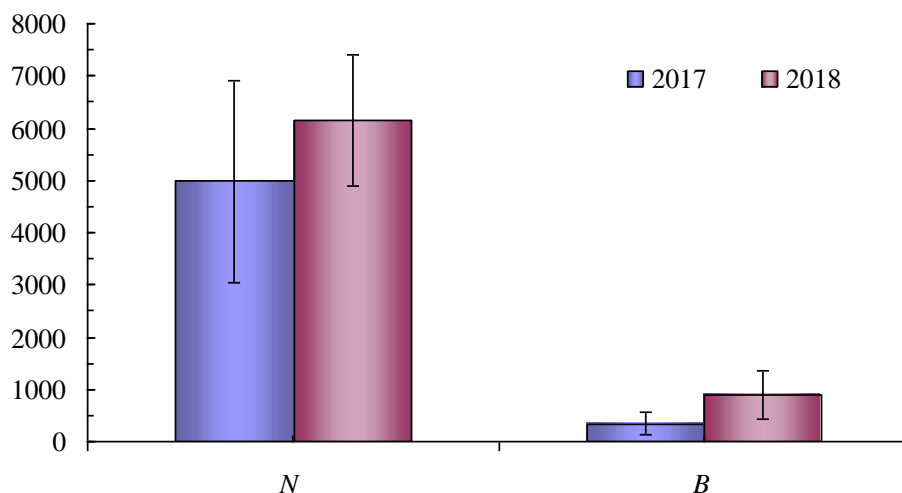


Рис. 2. Распределение численности (N , экз./м²) и биомассы (B , г/м²) зообентоса по годам

Как показано в табл. 3 основной вклад в суммарные показатели численности зообентоса в водохранилище в 2017 г. вносили ракообразные. Среди донных беспозвоночных доминирующим видом был *C. sowinskyi*, индекс доминирования (I_d) которого составил 6,4. Основу биомассы формировали представители группы Mollusca (54,5±7,8 %), где комплекс доминирующих видов был представлен *Dreissena bugensis* Andrusov, 1897 ($I_d = 1,5$) и *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758) (1,4). Однако согласно модифицированному индексу плотности Арнольди в модификации Г.Х. Щербины к доминирующим видам были отнесены *C. sowinskyi* (18,0%) и *D. bugensis* (15,0%).

Таблица 3. Количественные показатели численности (экз./м²) и биомассы (г/м²) основных групп зообентоса Нижнекамского водохранилища по годам

| Группы | Численность | | Биомасса | |
|-------------|-------------|----------|-------------|-------------|
| | 2017 г. | 2018 г. | 2017 г. | 2018 г. |
| Nematoda | 16±12 | 4±3 | <0,1 | <0,1 |
| Polychaeta | 15±6 | 178±70 | <0,1 | 0,7±0,3 |
| Oligochaeta | 117±23 | 144±33 | 0,2±0,1 | 0,2±0,1 |
| Hirudinea | 13±5 | 31±16 | 0,1±0,1 | 0,2±0,1 |
| Mollusca | 385±152 | 2196±913 | 339,5±223,1 | 872,3±456,5 |
| Crustacea | 4081±1777 | 3316±799 | 6,4±3,2 | 10,1±2,6 |
| Insecta | 356±138 | 280±69 | 0,6±0,2 | 1,1±0,5 |

В 2018 г. основу численности зообентоса в водохранилище формировали ракообразные и моллюски, тогда как по биомассе основной вклад в развитие донной фауны вносили только моллюски (табл. 2). Согласно индексу доминирования по численности группа руководящих видов была представлена четырьмя видами: *C. sowinskyi* ($I_d=4,4$), и *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichw., 1841) (1,4), *Lithoglyphus naticoides* C. Pfeiffer, 1828 и *D. bugensis* (по 1,2). По биомассе комплекс доминирующих видов включал только двустворчатого моллюска *D. bugensis* (2,1). Наибольшее значение модифицированного индекса плотности Арнольди в модификации Щербины было характерно для *D. bugensis* (38,1%).

Сравнительный анализ групп донных беспозвоночных по годам показал, что в 2017 г. были выявлены наибольшие показатели численности по сравнению с 2018 г. у нематод, кумовых рачков, насекомых и ручейников в частности. Тогда как для других групп было характерна обратная тенденция. Так у полихет в 2018 г. достоверно ($p < 0,01$) значения численности и биомассы больше, а у ракообразных такая тенденция была выявлена только для биомассы ($p = 0,04$). Для других групп донных беспозвоночных таких различий по годам не выявлено ($p > 0,05$).

Таким образом, в целом у большинства групп донных беспозвоночных наблюдалось увеличение частоты встречаемости с 2017 по 2018 гг. Наиболее часто в пробах в рассматриваемые годы встречался бокоплав *C. sowinskyi*, который также являлся «константным» видом (постоянно или почти постоянно присутствующим в водоеме; Методика ..., 1975). Наибольшие суммарные количественные показатели донной фауны в Нижнекамском водохранилище были выявлены в 2018 г., в котором, как и в 2017 г., ведущая роль в формировании этих показателей принадлежала инвазионным видам. Основной вклад в численность всего зообентоса в 2017 г. вносили представители ракообразных (в основном за счет *C. sowinskyi*), а биомассы моллюски и *D. bugensis*. В 2018 г. основу численности формировали ракообразные и моллюски, а по биомассе, как и в 2017 г., моллюски.

Сравнивая полученными данными исследованиями по численности и биомассе зообентоса, проведенными ранее в водохранилище (табл. 1), можно сделать о значительном увеличении этих показателей в последние годы. В основном это связано с увеличением роли инвазионных видов зообентоса.

Список литературы

Безматерных Д.М. 2007. Зообентос как индикатор экологического состояния водных экосистем Западной Сибири : анализ. обзор. Гос. публич. науч.-техн. б-ка Сиб. отд-ния Рос. акад. наук, Ин-т вод. и экол. проблем. Новосибирск, 87 с.

Горшкова А.Т. 2006. Специфика структуры водных экосистем Нижнекамского водохранилища и ее роль в определении экологической ситуации. Актуальные проблемы гидроэкологии. Казань: Отечество, 174–189.

Государственный реестр особо охраняемых природных территорий в Республике Татарстан. 2007. Издание второе. Казань: Изд-во «Идел-Пресс», 408 с.

Константинов А.С. 1986. Общая гидробиология. М.: Высш. шк., 472 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. 1975. М.: Наука, 240 с.

Методические указания по принципам организации системы наблюдений и контроля за качеством воды водоемов и водотоков на сети Госкомгидромета в рамках ОГСНК. 1984. Л.: Гидрометеиздат, 40 с.

Миловидов В.П. 1985. Зообентос Нижнекамского водохранилища в первые годы его существования. Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, вып. 240, 119–129.

Паньков Н.Н. 2004. Структурные и функциональные характеристики зообентоценозов р. Сылвы (бассейн Камы). Пермь: Изд-во Перм. гос. ун-та, 161 с.

Шакирова Ф.М., Говоркова Л.К., Анохина О.К. 2013. Современное состояние Нижнекамского водохранилища и возможности рационального освоения его рыбных ресурсов. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 15(3), 518–527.

Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. 2003. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 463 с.

Щербина Г.Х. 2009. Изменение видового состава и структурно-функциональных характеристик макрозообентоса водных экосистем Северо-Запада России под влиянием природных и антропогенных факторов. Автореф. дис. д-ра биол. наук. Институт озероведения РАН, Санкт-Петербург, 50 с.

Яныгина Л.В. 2016. Особенности многолетней динамики зообентоса на зарегулированном участке реки Оби. Журнал Сибирского федерального университета. Биология 9(4), 428–440.

Молекулярно-генетический анализ ремонтно-маточного стада осетра сибирского (*Acipenser baerii* Brandt)

А.В. Мингазова, Л.В. Комарова, А.Р. Пелеева

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь
e-mail: vladisnena@gmail.com

Ключевые слова: ISSR-PCR маркеры, полиморфизм ДНК, мтДНК, ремонтно-маточное стадо, *Acipenser baerii*.

Аннотация: Проведен молекулярно-генетический анализ и идентификация ремонтно-маточного стада осетра сибирского (*Acipenser baerii* Brandt, Acipenseridae) из рыбоводного хозяйства Костромской области. Для определения показателей генетического разнообразия был использован ISSR (Inter Simple Sequence Repeats)-метод анализа полиморфизма ДНК. В изученной выборке ремонтно-маточного стада *A. baerii* выявлено 77 ISSR-PCR маркеров. Доля полиморфных локусов ($P95$) равна 0,857, а ожидаемая гетерозиготность (H_E) составила 0,265. Абсолютное (n_a) число аллелей у изучаемого стада равнялось 1,974, а эффективное (n_e) – 1,437. Анализ структуры распределения генотипов в программе STRUCTURE 2.3.4. показал разделение исследуемой выборки на 2 кластера ($K = 2$), соответствующим двум группам генотипов. Исследуемые особи осетра сибирского могут быть отнесены к одной из групп с апостериорной вероятностью 0,95. Изучение генетического разнообразия естественных популяций и ремонтно-маточных стад *A. baerii* необходимо для сохранения генофонда и видовой идентификации рыб.

Сибирский осетр (*A. baerii*) – один из самых первых и востребованных из осетровых видов рыб для аквакультурного разведения, как в России, так и за рубежом. Осетровые являются реликтовыми рыбами, которые пережили миллионы лет естественного отбора, на данное время, находятся на грани исчезновения. (Ершова, Соломонов, 2018). Резкое снижение численности осетра сибирского вызвано рядом причин: исчезновением нерестилищ, загрязнением водоёмов, а также нерациональным и нелегальным промыслом. Данный вид включен в перечень особо ценных диких животных и водных биологических ресурсов, утвержденный Постановлением Правительства Российской Федерации от 13.10.2013, а байкальская и обская популяции осетра сибирского занесены в Красную книгу Российской Федерации (Мюге и др., 2008). Рекомендуются проводить мероприятия по борьбе загрязнения рек различными стоками, дополнять естественное производство этих популяций рыб искусственным разведением в рыбоводных хозяйствах и осуществлять криоконсервацию генетического материала (Данилов-Данильян и др., 2001). Современным подходом для изучения генетического разнообразия популяций и ремонтно-маточных стад рыб, межвидовой и видовой идентификации особей, которая связана с эффективным подбором пар производителей, установлением их географического происхождения, является использование молекулярных маркеров (Козлова и др., 2013).

Целью данной работы является оценка генетического разнообразия и молекулярно-генетическая идентификация ремонтно-маточного стада осетра сибирского из Костромской области.

Материал и методика. Объектами исследований являлись особи осетра сибирского из ремонтно-маточного стада рыбоводного хозяйства Костромской области. Для молекулярно-генетического анализа отбирались фрагменты грудных плавников с последующим выпуском рыбы в водоём. Фиксация свежего материала осуществлялась в 96% этиловом спирте. Хранение материала до выделения ДНК проводилось при температуре + 4 °С.

Выделение ДНК проведено по стандартной методике (Rogers, Bendich, 1985). Качество и концентрацию ДНК определяли при помощи Spectrofotometr™ NanoDrop 2000. Концентрацию каждой пробы выравнивали до 10 нг/мкл. Молекулярно-генетический анализ ремонтно-маточного стада проведен с применением межмикросателлитного ISSR (Inter Simple Sequence Repeats)-анализа полиморфизма ДНК с использованием ПЦР (Zietkiewicz et al., 1994). Продукты амплификации разделяли путем электрофореза в 1,7% агарозном геле в 1x TBE буфере, окрашивали бромистым этидием и фотографировали в проходящем ультрафиолетовом свете в системе Gel-Doc XR («Bio-Rad», USA). Определение длин фрагментов ДНК проводили с использованием программы Quantity One в системе геле-документации Gel-Doc XR («Bio-Rad», USA) и маркера молекулярной массы (100 bp +1.5 + 3 Kb DNA Ladder; «ООО-СибЭнзим-М», Москва). Полученные данные обработаны с помощью общепризнанных компьютерных программ POPGENE 1.31 (Yeh et al., 1999) и специального макроса GenAlEx6 для MS-Excel (Peakall, Smouse, 2006) с определением доли (P_{95}) полиморфных локусов, а также ожидаемой (H_E) гетерозиготности, абсолютного (n_a) и эффективного числа аллелей (n_e).

Для идентификации видовой принадлежности и выявления возможного гибридного происхождения особей осетра сибирского по методике идентификации А.Е. Барминцевой и Н.С. Мюге (Мюге и др., 2008) была проведена мультиплексная ПЦР с видоспецифичными праймерами, разработанными на основании полиморфизма митохондриального гена цитохромоксидазы субъединицы В (*CytB*). В мультиплексной реакции в пробирку помещают одновременно один обратный праймер АНР (TATACACCATTATCTCTATGT), разработанный для всех осетровых рыб, а также три прямых праймера: первый из которых АВF (CAGATGCCAGTAACAGGCTGA), служит для определения видовой принадлежности к двум видам осетров *A. gueldenstaedtii* (baerii-like) и *A. baerii*, второй АGФ (GCACAGACTATGTGGTATCCAGAA) идентифицирует принадлежность к осетру русскому, а третий АВRМ (TGTCTGTCTAGAACATATG) – для определения видовой принадлежности к осетру сибирскому. С целью выявления гибридов в качестве прямого праймера был использован RuтF (GGGAATAACCGTTAATTTGG), который используется для определения видовой принадлежности (Мюге и др., 2008).

Бейсовский метод анализа популяционной структуры выполняли с использованием пакета STRUCTURE 2.3.4. (Falush et al., 2003), который использует методы Монте Карло по схеме марковской цепи (Markov Chain Monte Carlo, MCMC), что позволяет минимизировать неравновесие Харди-Вайнберга и неравенство по сцеплению локусов в кластерном анализе индивидов (Smulders et al., 2001). Структуру популяции рассчитывали посредством размещения исследуемых особей в наиболее вероятное число кластеров согласно алгоритму, предложенному G. Evanno с соавторами (Evanno et al., 2005). Вероятность числа кластеров определяли в диапазоне от 1 до 6. Для визуализации результатов, их математического подтверждения методами Evanno была использована веб-программа STRUCTURE Harvester (Earl, Holdt, 2012).

Результаты и обсуждение. При анализе фрагментов ДНК, амплифицированных в результате ПЦР с использованием ISSR-метода выявления полиморфизма ДНК в изученной выборке выявлено 77 ISSR-PCR маркеров (табл. 1), из которых 66 были полиморфными ($P_{95} = 0,857$). Число амплифицированных ISSR-PCR маркеров варьировало в зависимости от праймера от 13 (X9 [(ACC)₆G]) до 18 (X10 [(AGC)₆G]), а их размеры – от 200 (CR-215[(CA)₆GT]) до 2000 (X9 [(ACC)₆G]) п.н. Ожидаемая гетерозиготность (H_E) по локусам в общей выборке составила 0,265. Абсолютное число аллелей (n_a) на локус (в нашем случае на фрагмент ДНК) на общую выборку составило 1,974. Эффективное же число аллелей (n_e) равно 1,437.

Таблица 1. Характеристика ISSR-PCR маркеров изученной выборки *A. baerii*

| ISSR-праймеры | Нуклеотидная последовательность | Длина фрагментов, | Число ISSR-фрагментов в выборке |
|---------------|---------------------------------|-------------------|---------------------------------|
|---------------|---------------------------------|-------------------|---------------------------------|

| | (5'→3') | пн | всего | полиморфных |
|--------|----------------------|----------|-------|-------------|
| CR-212 | (CT) ₈ TG | 980-240 | 15 | 13 (0,867) |
| CR-215 | (CA) ₆ GT | 980-210 | 17 | 17 (1,000) |
| X10 | (AGC) ₆ C | 1750-180 | 18 | 12 (0,667) |
| X9 | (ACC) ₆ G | 2000-270 | 13 | 11 (0,846) |
| X11 | (AGC) ₆ G | 1030-200 | 14 | 13 (0,929) |
| Всего | | | 77 | 66 (0,857) |

Примечание: в скобках указана доля полиморфных локусов; CR-212, X11, CR-215, ISSR-9, X9, X10– обозначения праймеров.

Анализ структуры распределения генотипов в программе STRUCTURE 2.3.4. показывает, что наиболее вероятным оказывается разделение исследуемой выборки на 2 кластера (K = 2), соответствующим двум группам генотипов (рис.1).

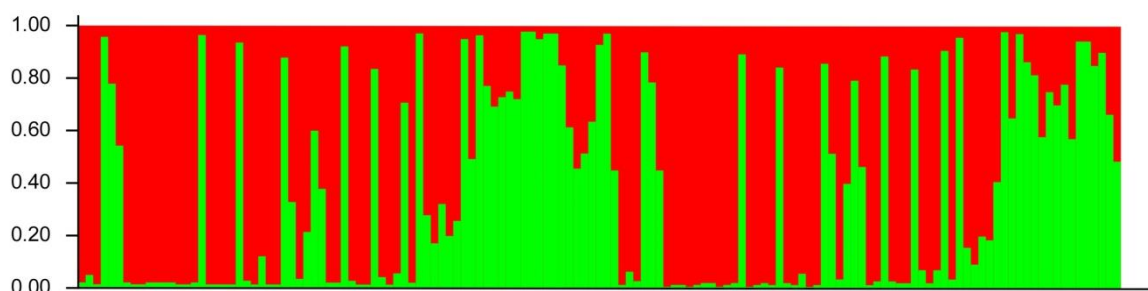


Рис. 1. Апостериорная вероятность распределения генотипов выборки *A. baerii* и принадлежности их к кластерам при K = 2; светлым и темным цветами обозначены 2 кластера.

Генетическая структура особей *A. baerii* довольно гетерогенна, но представлена двумя группами генотипов на основании анализа полиморфизма ISSR-PCR маркеров. Дополнительными данными для детального анализа и выявления наиболее рекомендуемых форм с целью разведения и формирования ремонтно-маточного стада могут быть морфологические признаки явных представителей каждого кластера исследуемой выборки, а также возраст и пол исследуемых особей, число поколений.

Идентификация видовой принадлежности и выявление возможного гибридного происхождения на основании мтДНК исследуемых особей была проведена с помощью мультиплексной ПЦР с видоспецифичными праймерами. Анализ мтДНК позволяет определить видовую принадлежность гибрида по материнской линии, а происхождение гибрида по отцовской линии определяется присутствием у гибрида аллелей, не характерных для материнского вида. В результате исследования мтДНК было выявлено, что все особи принадлежат к виду осетр сибирский, так как у них выявлены фрагменты мтДНК длиной 138 и 213 п.н (рис. 2). Изучение мтДНК указывает только на наличие аллелей, характерных для этого вида, но не исключает возможность наличия аллелей гибридов с другими, помимо указанных выше, видами осетровых рыб.

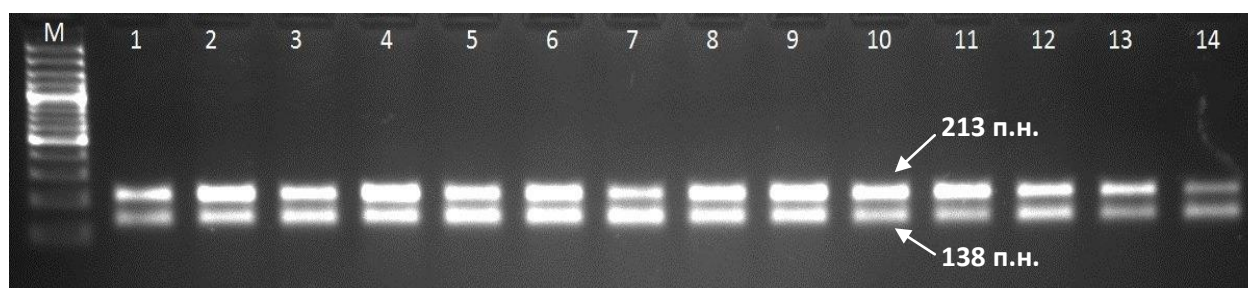


Рис. 2. Фрагменты мтДНК выборки осетра сибирского; стрелками указаны видоспецифичные фрагменты мтДНК; М – маркер молекулярного веса, 1-14 – номера проб ДНК осетра сибирского.

Выводы. При молекулярно-генетическом анализе *A. baerii* выявлено 77 ISSR-PCR маркеров, из которых 66 являлись полиморфными ($P_{95} = 0,857$).

1. Ожидаемая гетерозиготность (H_E) в общей выборке составила 0,265, что является высоким показателем наличия гетерозиготных особей в исследованной выборке. Абсолютное число аллелей (n_a) составило 1,974, а эффективное число аллелей (n_e) равно 1,437.

2. Анализ структуры распределения генотипов в программе STRUCTURE 2.3.4. показывает, что наиболее вероятным оказывается разделение исследуемой выборки на 2 кластера ($K = 2$), соответствующим двум группам генотипов. Особи *A. baerii* могут быть отнесены к одной из исследованных групп с апостериорной вероятностью 0,95.

3. Для разведения и формирования ремонтно-маточного стада необходимо дополнительно проанализировать сведения по морфометрическим параметрам представителей каждого кластера, количеству генераций в исследуемой выборке, а также возрасту и полу исследованных особей осетра сибирского.

4. Исследования мтДНК с применением видоспецифичных праймеров установили принадлежность исследуемых особей к виду осетр сибирский – *A. baerii*.

Список литературы

Ершова М.М., Соломонов Н.М. 2018. Обзор и рационального использования популяций сибирского осетра (*Acipenser baerii* Brandt) рек республики Саха (Якутия). Вестник современных исследований 10.5(25), 149-151.

Красная книга Российской Федерации (животные). 2001. РАН; Гл. ред. кол.: Данилов-Данильян В.И. и др. М.: АСТ:Астрель, 862 с.

Козлова Н.В., Базелюк Н.Н. 2013. Применение молекулярно-генетических исследований в аквакультуре осетровых рыб. Физиология и биохимия гидробионтов 3, 113-117.

Мюге Н.С., Барминцева А.Е., Расторгуев С.М. и др. 2008. Полиморфизм контрольного региона митохондриальной ДНК восьми видов осетровых и разработка системы ДНК-идентификации видов. Генетика 44(7), 913-919.

Earl A., von Holdt M. 2012. STRUCTURE HARVESTER: a website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method. Conservation Genetics Resources 4(2), 359–361.

Evanno G., Regnaut S., Goudet J. 2005. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. Mol. Ecol. 14, 2611–2620.

Falush D., Stephens M., Pritchard J.K. 2003. Inference of population structure using multilocus genotype data: linked loci and correlated allele frequencies. Genetics 164, 1567–1587.

Smulders M.J.M., van der Schoot, Arens P. 2001. Trinucleotide repeat microsatellite markers for black poplar (*Populus nigra* L.). Mol. Ecol. Notes 1, 188–190.

Развитие зоопланктона в западной части Северного Каспия, как кормовой базы обыкновенной кильки

А.В. Михайлова, М.Н. Мартьянова

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань
e-mail: anna_korotenko1983@mail.ru

Ключевые слова: зоопланктон, Северный Каспий, беспозвоночные, обыкновенная килька, индексы наполнения желудков, спектр питания.

Аннотация: В 2019 г. были продолжены мониторинговые исследования Каспийского моря. В данной работе представлены материалы, характеризующие таксономическое разнообразие и количественные показатели зоопланктонного сообщества в западной части Северного Каспия в весенний период. Проведен трофологический анализ обыкновенной кильки на исследуемой акватории.

Зоопланктон является одним из важнейших элементов водной экосистемы. Любые перестройки структуры в зоопланктонном сообществе влияют на развитие последующих звеньев трофической цепи водоема, в первую очередь – рыб-планктофагов.

Обыкновенная килька относится к резервным объектам промысла с большим потенциалом общего запаса. Поскольку данный вид занимает важное место в экосистеме Каспийского моря, одним из основных моментов служит обеспеченность его пищей (Коротенко, 2014).

В данной работе представлены материалы по развитию зоопланктона и условиям нагула обыкновенной кильки в западной части Северного Каспия в весенний период 2019 г. Всего собрано и обработано в лабораторных условиях около 20 проб зоопланктона и 90 желудочно-кишечных трактов обыкновенной кильки.

В весенний период 2019 г. зоопланктон западной части Северного Каспия был представлен следующими группами беспозвоночных: Protozoa, Bryozoa, Rotatoria, Cladocera, Copepoda, личинками донных животных Bivalvia. Качественный состав сообщества включал 34 таксономические единицы гидробионтов. Наибольшее количество видов отмечено в группах Rotatoria, Cladocera и Copepoda (79% от общего количества).

Постоянными компонентами планктона рассматриваемой акватории являлись *Heterocope caspia*, организмы отр. Harpacticoida, *Bosmina longirostris*, *Podonevadne trigona*, *Asplanchna priodonta*, *Bipalpus hudsoni*, *Brachionus calyciflorus amphicerus*, *Brachionus diversicornis*, личинки Bivalvia (частота встречаемости 100%).

Среди экологических групп в наибольшем количестве регистрировались организмы слабосолюноватоводного комплекса – 44,5 тыс. экз/м³ и 752,0 мг/м³. Субдоминировали гидробионты пресноводного генезиса – 20,3 тыс. экз/м³ и 169,6 мг/м³.

Основу количественных величин зоопланктона определяли коловратки – 51,3 тыс. экз/м³, 807,6 мг/м³ (69% численности и 80% биомассы). В составе Rotatoria преобладали представители р. Asplanchna, главным образом *Asplanchna priodonta* – 34,5 тыс. экз/м³, 689,2 мг/м³. Второстепенное значение принадлежало видам *Bipalpus hudsoni* (8,0 тыс. экз/м³, 79,7 мг/м³) и *Brachionus calyciflorus amphicerus* (6,0 тыс. экз/м³, 36,3 мг/м³).

На долю ветвистоусых рачков в общих показателях развития планктона приходилось 9% (7,0 тыс. экз/м³) численности и 12% биомассы (122,9 мг/м³). Ведущее положение среди Cladocera занимали *Bosmina longirostris* – 3,6 тыс. экз/м³, 50,6 мг/м³ и *Podonevadne trigona* (2,6 тыс. экз/м³, 37,1 мг/м³). Субдоминировали *Podonevadne camptonux* (692,1 экз/м³, 34,6 мг/м³).

Количественные показатели веслоногих ракообразных составляли 11,1 тыс. экз/м³ (14%) по численности и 70,2 мг/м³ (7%) по биомассе. Основу данной группы формировали беспозвоночные отр. Harpacticoida (7,7 тыс. экз/м³, 54,0 мг/м³). Дополняли численные величины науплиальные стадии *Heterocope caspia* (1,3 тыс. экз/м³, 2,6 мг/м³) и *Calanipeda aquaedulcis* (787,8 экз/м³, 1,6 мг/м³). Показатели развития зоопланктов п/отр. Cyclopoida характеризовались невысокими значениями (92,4 экз/м³, 1,2 мг/м³).

Из временно планктонных форм в весеннем зоопланктоне отмечены личинки двустворчатых моллюсков (1,6 тыс. экз/м³, 7,9 мг/м³).

Средняя биомасса зоопланктона составляла 1009,7 мг/м³ при численности 74,1 тыс. экз./м³.

Спектр питания обыкновенной кильки состоял из 13 компонентов. Рацион формировали коловратки, веслоногие, ветвистоусые ракообразные, а также личинки моллюсков, что полностью согласуется с кормовой базой.

Доминирующими кормовыми объектами исследуемого вида рыб на всей акватории служили коловратки (41,2% от массы пищевого комка). Из данной группы беспозвоночных превалировала *Asplanchna priodonta* – 27,1% по массе. Субдоминировали в рационе рыб веслоногие рачки (31,5% по массе).

С увеличением длины тела обыкновенной кильки процентное соотношение ветвистоусых ракообразных в рационе обыкновенной кильки возрастало с 18,3 до 28,5%, что обусловлено увеличением (в 7,5 раза) *Bosmina longirostris* в составе пищи.

Наиболее широкий спектр питания отмечен у младшей возрастной группы 51-70 мм (13 компонентов). В составе пищевого комка рыб длиной 71-90 мм насчитывалось 10 таксономических единиц. Индексы наполнения желудков рассматриваемых размерных групп имели одинаковые значения – 53,0⁰/000.

Таким образом, анализ представленного материала по развитию зоопланктона и питанию обыкновенной кильки в весенний период в западной части Северного Каспия позволяет сделать следующие выводы:

1. Основу количественных величин зоопланктонного сообщества формировали коловратки (80% по биомассе).

2. Доминирование в составе пищевого комка обыкновенной кильки представителей группы Rotatoria (41,2% по массе) полностью соответствует развитию кормовой базы рыб.

3. Условия нагула исследуемого вида рыб характеризуются как благоприятные (53,0⁰/000), что подтверждается высокими показателями численности и биомассы зоопланктона (74,1 тыс. экз/м³, 1009,7 мг/м³ соответственно).

Список литературы

Коротенко А.В. 2014. Особенности питания обыкновенной кильки в летний период нагула в Каспийском море. Современное состояние биоресурсов внутренних вод: Материалы докладов II Всерос. конф. с междунар. участием. 6-9 ноября 2014 г., Том 2. Борок, Россия: В 2 т. – М.: ПОЛИГРАФ-ПЛЮС, 315-318.

Распределение и питание гребневика *Mnemiopsis leidy* летом 2019 г. в Каспийском море

А.В. Михайлова, К.В. Николенкова, О.В. Бабайцев

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань
e-mail: Anna_korotenko1983@mail.ru

Ключевые слова: гребневик, Северный и Средний Каспий, количественные показатели, зоопланктон.

Аннотация: Впервые появление гребневика *Mnemiopsis leidy* зарегистрировано в Каспийском море в конце 90-х гг. XX века. В 1999 г. мнемипсис был обнаружен сотрудниками КаспНИРХа в южной части Среднего Каспия. Изучение его началось с 2000 г. совместно с Институтом океанологии РАН. В 2019 г. продолжены мониторинговые исследования *M. leidy*.

С момента обнаружения и до настоящего времени проводятся комплексные мониторинговые исследования гребневика *M. leidy*. В настоящей работе определены количественные показатели, а также спектр питания гребневика летом 2019 г. Данные материалы позволяют проследить особенности формирования его популяции в Северном и Среднем Каспии.

В июле-августе 2019 г. основу скоплений гребневика формировали младшие возрастные группы (особи менее 5 мм), доля которых составила 83,7% от общих показателей.

Средняя численность *M. leidy* на обследованной акватории была на уровне 2017 г. – 48,7 экз/м³, что обусловлено прогревом воды, достигавшим 29,0 °С. Средняя биомасса составила 4,9 г/м³. Наибольшие количественные показатели гребневика на акватории Северного Каспия зафиксированы в августе южнее б. Большая Жемчужная (231,7 экз/м³ и 20,7 г/м³).

На разрезе о. Чечень-м. Урдюк в питании *M. leidy* размерной группы 10,1-20,0 мм превалировали копеподы (92%) с единственным представителем – *Acartia tonsa*. Незначительную часть составляли ветвистоусые раки (7%), доля усонюгих ракообразных не достигала 1%.

В рационе размерной группы 20,1-30,0 мм наиболее часто встречались веслоногие рачки (94%), представители отряда Cirripedia были отмечены локально и составили 6%.

На разрезе г. Махачкала - м. Сагындык питание *M. leidy* в размерной группе 5,1-10,0 мм на 100% состояло из группы Copepoda, которая была представлена *A. tonsa*. В популяции рачка превалировали копеподитные стадии – 60% от общего числа.

В размерной группе 10,1-20,0 мм предпочтения гребневика были разнообразнее: наряду с веслоногими раками (88%) в рационе появляются ветвистоусые рачки (8%) *Pleopis polyphemoides* и *Evadne anonych deflexa*, а также науплиальные стадии *Balanus improvisus*.

Для размерной группы 20,1-30,0 мм в исследуемых пищевых комках было характерно доминирование *A. tonsa* (Copepoda), показатели которой достигали 90%. Доля Cladocera и Cirripedia была незначительной (5 и 4% соответственно).

На разрезе г. Дербент-м. Песчаный основу питания гребневика размерной группы 5,1-10,0 мм формировали веслоногие рачки (70%), субдоминировали – усонюгие раки (30%).

В размерной группе 10,1-20,0 мм предпочтения мнемипсиса несколько изменялись. Доминирующей группой в пищевом комке по-прежнему оставалась Copepoda (76%), на субдоминирующую позицию выходили Cladocera (23%). Оставшиеся 3% поделили между собой представители групп Bryozoa и Cirripedia.

Рацион гребневика в размерных группах 20,1-30,0 мм и 30,1-40,0 мм был, практически, идентичен. В обеих группах он на 100% состоял из веслоногих рачков – *A. tonsa*, при этом преобладающее положение занимали копеподитные стадии.

На разрезе п. Дивичи- з. Кендерли питание *M. leidy* в размерной группе 5,1-10,0 мм на 100% состояло из группы Сорерода с единственным представителем – *A. tonsa*.

В размерной группе 10,1-20,0 мм в рационе питания гребневика доминировали веслоногие раки (82%), при этом предпочтения отдавалось половозрелым особям *A. tonsa*. Наиболее часто в пищевом комке были также отмечены моллюски (10%), локально встречались ветвистоусые (4%) и усоногие раки (2%), статобласты мшанок (2%).

Питание гребневика размерной группы 20,1-30,0 мм на 96% состояло из особей *A. tonsa* (Сорерода), также были отмечены представители Bryozoa (4%).

Таким образом, в летний период 2019 г. популяция гребневика *M. leidy* была представлена младшей возрастной группой (83,7% от общих скоплений). Спектр питания желетелых на всей исследуемой акватории состоял преимущественно из веслоногих ракообразных, а именно науплиальных и половозрелых особей *A. tonsa*.

Распределение показателей заражённости леща (*Abramis brama* L.) постодиплостомозом на акватории Новосибирского водохранилища

А.В. Морозко, А.М. Визер, М.А. Дорогин, А.В. Цапенков

Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ЗапСибНИРО»), г. Новосибирск
e-mail: nagayka.88@mail.ru

Ключевые слова: постодиплостомоз, лещ, заражённость, уловы, экстенсивность инвазии.

Аннотация: В статье оценивается пространственное распределение леща (*Abramis brama* L.) зараженного *Posthodiplostomum cuticola* на акватории Новосибирского водохранилища.

Введение. Многие болезни рыб наносят ущерб рыбному хозяйству вследствие гибели, санитарной браковки, снижения кондиций ценных промысловых рыб. Постодиплостомоз – опасное и широко распространенное заболевание рыб, вызываемое метацеркарией дигенетического сосальщика *Posthodiplostomum cuticola* из класса Trematoda (Демидчик, 2003).

Постодиплостоматоз особенно опасен для молоди рыб, которой паразиты причиняют значительный ущерб. Выражается этот ущерб в замедленном росте, искривлении позвоночника, неправильном развитии мышц, появлении язв на кожном покрове, а при заражении мальков и личинок рыб часто наблюдаются случаи их массовой гибели (Грищенко, 1999). Проявляется появлением на теле рыб черных пятен различной величины, откуда заболевание и получило первоначальное название – черно-пятнистой болезни. Первый промежуточный хозяин – брюхоногий моллюск *Pianorbis carinatus* и др. Второй промежуточный хозяин – рыбы. Дифинитивным хозяином данных трематод являются цапли и другие рыбоядные птицы, в тонком кишечнике которых паразитируют взрослые гельминты. Метацеркарии в организме рыб сохраняются до 1,5 лет (Шигин, 1986). При заражении этим паразитом рыба теряет товарный вид и становится непригодной для потребления в пищу людям, хотя и безопасна для них (Головина, Комаров, 2005).

Новосибирское водохранилище — искусственный водоём на реке Обь на территории Новосибирской области и Алтайского края. Новосибирское водохранилище имеет рыбохозяйственное значение. Акватория его вытянута с юго-запада на северо-восток на 187 км. Изрезанность береговой линии невелика, её общая протяжённость 550 км. По морфометрическим и гидрологическим параметрам водохранилище делится на 4 части: верхняя зона, средняя зона, Ирменский плес и Приплотинный плес. Два последних участка объединяются в нижнюю зону водоема (Экология рыб Обь-Иртышского бассейна, 2006).

В настоящее время в Новосибирском водохранилище сформировалась ихтиофауна из 27 аборигенных и инвазионных видов, из которых наиболее приспособленным к неблагоприятному гидрологическому режиму водоёма оказался лещ (Дорогин, 2012).

В систему Верхней Оби лещ (*Abramis brama* L.) был интродуцирован в 1957-1960 г.г. из озера Убинского (Новосибирская область) в количестве 24132 экз. (Бабуева, 1971). С этого времени происходило неуклонное нарастание численности его популяции. В настоящее время в Верхней Оби и Новосибирском водохранилище лещ является доминирующим видом и обеспечивает свыше 90% промысловых уловов. Лещ является экологически пластичным видом и при вселении в разные водоемы у него происходит адаптация к конкретным условиям среды, следствием чего является изменения линейно – весового роста, возрастного состава стад, периодичности и мест нереста, плодовитости и сроков полового созревания (Дорогин и др., 2009). Лещ в Новосибирском водохранилище представляет единое разновозрастное стадо с равномерным темпом роста на всех участках водоёма.

Целью работы было оценить распространение постодиплостомоза по акватории Новосибирского водохранилища у разноразмерного леща из русловой зоны.

Материал и методика. Материал отбирался в рамках ихтиологической съёмки Новосибирского водохранилища в конце июня 2012 г. из траловых уловов. Произведён внешний осмотр 1434 экз. леща. Внешний осмотр проводился у всей рыба пойманной за притонение.

Всего было проведено 5 притонений, по лоцманской карте они располагались: 522-528 км (Соколовка-Малетино), 544-550 км (Спирино), 552-560 км (Ивановская тонь), 582-592 км (Заячья-Ерестная), 628-632 км (Береговое-Быстровка) (рис. 1).

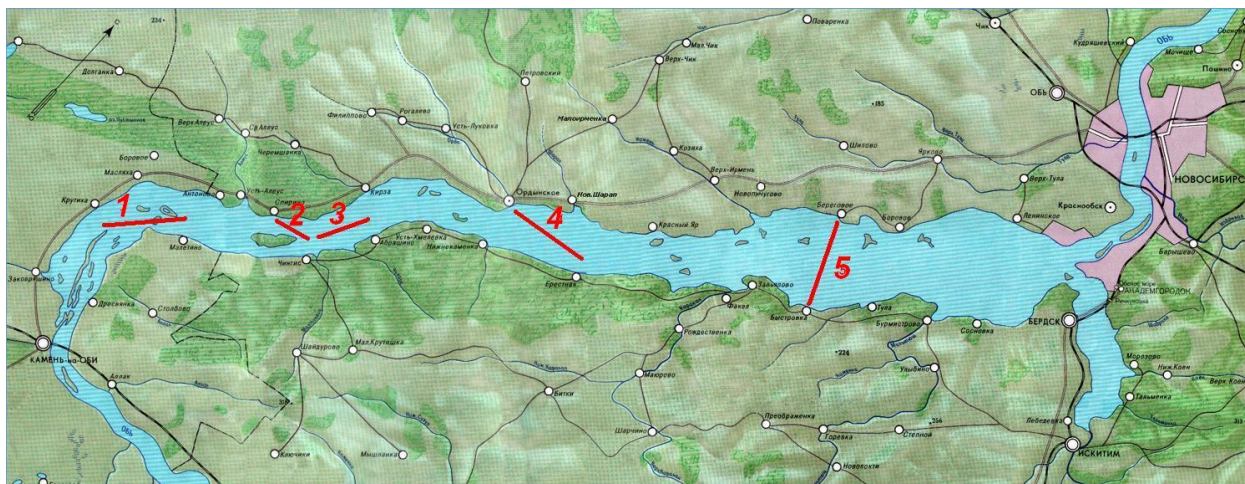


Рис. 1. Соколовка-Малетино, 2 – Спирино, 3 – Ивановская тонь, 4 – Заячья-Ерестная, 5 – Береговое-Быстровка

У выловленной рыбы проводились размерно-весовой анализ. Для этого исследовались следующие показатели: длина тела – от конца рыла до конца чешуйчатого покрова; масса тела с гонадами. Для взвешивания рыбы применялись весы с точностью деления до 1г. Длина рыб измерялась линейкой (Правдин, 1966). При исследовании лещ классифицировался на 3 размерные группы: до 25 см – мелкий; 25-29,9 см – средний; 30-35 см – крупный.

Оценивая заражённость рыб, использовались показатели экстенсивности инвазии (Э.И. – доля заражённых особей в процентах от общего числа обследованных рыб).

Результаты исследований и обсуждение. В период проведения ихтиологической съёмки лещ встречался во всех притонениях, однако в тонях, относящихся к средней зоне водохранилища, отсутствовала средняя размерная группа. Это связано с тем с преимущественным нагулом этой размерной группы на прибрежных мелководьях верхней зоны и Ирменского плёса. Тем не менее, в результате исследования рыб, постодиплостомоз у леща был зарегистрирован в траловых уловах во всех зонах Новосибирского водохранилища. Результаты представлены в таблице.

Таблица 1. Распределение заражённости леща по акватории Новосибирского водохранилища.

| Притонения | до 25 см | | 25-29,9 см | | 30-35 см | |
|--------------------|-------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|---------|
| | Исследовано, экз. | Э.И., % | Исследовано, экз. | Э.И., % | Исследовано, экз. | Э.И., % |
| Соколовка-Малетино | 185 | 29% | 91 | 35% | 30 | 23% |
| Спирино | 184 | 20% | 0 | - | 47 | 6% |

| | | | | | | |
|---------------------|-----|-----|----|-----|----|-----|
| Ивановская тонь | 182 | 35% | 0 | - | 42 | 5% |
| Заячья-Ерестная | 132 | 8% | 0 | - | 43 | 12% |
| Береговое-Быстровка | 132 | 22% | 69 | 36% | 45 | 24% |

Анализируя полученные данные, мы видим, что наибольшее количество заражённых *P. cuticola* крупноразмерных лещей встречается в зонах мелководья. В зонах, где преобладают большие глубины, процент заражённости этим паразитом у крупного леща стабильно невелик.

Средне размерный лещ, попавшийся в уловах в верхней и нижней зонах водохранилища, показывал наибольшую экстенсивность инвазии, в сравнении с мелким и крупным, что объясняется эффектом накопления инвазии и сроком жизни метацеркарий паразитов данного вида (Шигин, 1986).

Наибольшее количество заражённых рыб в группе мелкого леща наблюдалось в улове Ивановской тони, проведённом на выходе из верхней зоны водохранилища. А в средней зоне (Заячья-Ерестная тонь) экстенсивность инвазии мелкого леща была самая низкая. Такой небольшой процент заражённых мелкоразмерных лещей связан с экологической обстановкой в данной зоне – отсутствуют первые промежуточные хозяева трематод – брюхоногие моллюски.

Таким образом, на распределение показателей заражённости постодиплостомозом леща из Новосибирского водохранилища действует ряд биотических и абиотических факторов: глубины, гидрологический режим водоёма, наличие либо отсутствие первого промежуточного хозяина и срок жизни метацеркарий *P. cuticola* на кожных покровах рыб. Тем не менее, на всех участках водохранилища у всех размерных групп рыб сохраняются достаточно стабильные показатели экстенсивности инвазии, не превышающие 36%.

Список литературы

- Бабуева Р.В. 1971. Лещ Новосибирского водохранилища: Автореф. дис. канд. биол. наук. Томск, 22 с.
- Головина Н.А., Комаров Н.К. 2005. Черно-пятнистое заболевание карповых рыб Яхромского водохранилища. Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные 4, 42-43.
- Грищенко Л.И. 1999. Болезни рыб и основы рыбоводства. М.: Колос. 278 с
- Демидчик Л.Г. 2003. Постодиплостомоз пресноводных рыб. Ветеринария. Реферативный журнал 1, 352.
- Дорогин М.А. 2012. Биологические особенности леща бассейна р. Обь. Рыбоводство и рыбное хозяйство 3, 16-24.
- Дорогин М.А., Колесов Н.А., Визер А.М. 2009. Состояние нерестового стада леща речного участка Верхней Оби Вопросы аквакультуры. Первая конференция молодых ученых НАСЭЕ, Тюмень: ФГУП Госрыбцентр, 19 – 20.
- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 376 с.
- Шигин А.А. 1986. Трематоды фауны СССР. М.: Наука. 254с.
- Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. 2006. М.: Т-во научных изданий КМК. 596 с.

О динамике зараженности хамсы нематодой *Hysterothylacium aduncum* (Rud, 1802) в Таганрогском заливе Азовского моря в 2015-2016 гг.

Г.В. Мосеян^{1,2}, Е.С. Бортников¹, В.Н. Хорошельцева^{1,2}, Т.В. Стрижакова¹, С.И. Дудкин^{1,2}

¹Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), г. Ростов-на-Дону

²Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

e-mail: mosesyangeorgiy0@gmail.com

Ключевые слова: хамса, *Engraulis encrasicolus*, нематоды, *Hysterothylacium aduncum*, Азовское море, Таганрогский залив, зараженность, показатели зараженности.

Аннотация: В работе представлены размерно-массовая характеристика хамсы *Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758 и данные о ее зараженности нематодой *Hysterothylacium aduncum* Rudolphi, 1802 в акватории Таганрогского залива Азовского моря в летний период 2015-2016 гг. Зараженность хамсы в исследованных участках залива характеризовалась в основном низкими показателями. Во всех выборках преобладали рыбы с деградирующими личинками *H. aduncum*.

Хамса (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758) – мелкая пелагическая стайная планктоноядная рыба из семейства анчоусовых – Engraulidae. Длина взрослых особей обычно колеблется между 8 и 13 см (Световидов, 1964; Васильева, 2007). В питании преобладают планктонные ракообразные, в том числе копеподы (Корнилова, 1955). При недостаточном количестве основного объекта питания хамса переходит на питание другими животными — мизидами, принадлежащими к высшим ракам из надотряда Peracarida, и многощетинковыми червями (Будниченко, Фирулина, 1996). Реже в питании встречается фитопланктон.

Азовская хамса нагуливается и нерестится в Азовском море, а зимует в Черном. Она является одним из важнейших промысловых ресурсов Азово-Черноморского бассейна. По данным материалов Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), запасы азовской хамсы в 2015-2016 гг. оценивались в 240 тыс. т (табл. 1). В 2016 г. уловы азовской и черноморской хамсы составляли порядка 50% черноморского рыбного промысла (данные Азово-Черноморского территориального управления Росрыболовства).

Таблица 1. Запасы, объемы рекомендованного вылова и уловы азовской хамсы российскими рыбодобывающими организациями в 2015-2016 гг.

| Год | Запас, тыс. т | Рекомендованный вылов, тыс. т | Улов, тыс. т |
|------|---------------|-------------------------------|--------------|
| 2015 | 240 | 65 | 39,8 |
| 2016 | 240 | 65 | 47,1 |

Наиболее часто встречающимся паразитом хамсы является нематода *H. aduncum* Rudolphi, 1802, принадлежащая к семейству Anisakidae. Ее личинки (третья стадия) локализуются в полости тела рыб на серозных оболочках внутренних органов, чаще всего, пилорических придатков кишечника. Личинки гистеротилиациума имеют желтовато-коричневатую окраску (Гаевская, 2004). Встречаются в двух состояниях: свободном (живые личинки) и инкапсулированном (деградирующие). Организм рыбы образует вокруг последних капсулу, а ткани таких личинок подвергаются постепенному разрушению.

Длина личинок гистеротилиациума может достигать 1-2 см. Паразит в силу высокой зараженности, а также способности мигрировать на поверхность тела может значительно снижать товарные качества рыбы (Гаевская, 2004).

При высоком уровне инвазии *H. aduncum* влияет на липидный состав тканей хамсы (Shcherkina, 1980), особенно заметно снижается концентрация триглицеридов. Из-за недостатка жировых запасов может происходить гибель рыбы, совершающей массовые миграции.

Традиционно личинки *H. aduncum* рассматриваются как не представляющие опасности для человека (Гаевская, 2005). Однако некоторые авторы считают гистеротилиациума потенциально опасным, поскольку он вызывает расстройство в работе кишечника человека (Yagi et al., 1996, цит. по Щепкина, 1978).

Hysterothylacium aduncum имеет сложный жизненный цикл, имеющий множество вариантов и включающий в себя большое количество возможных первых промежуточных (преимущественно ракообразные), вторых промежуточных (рыбы), окончательных (хищные рыбы, птицы, дельфины) и тупиковых хозяев (рыбы) (Гаевская, 2005). Благодаря этому *H. aduncum* имеет широкую возможность приспосабливаться к изменениям в экосистеме.

Пробы хамсы отбирались в летний период 2015-2016 гг. в Таганрогском заливе Азовского моря (рис.) из траловых уловов и, в одном случае, – из уловов промысловых бригад (прибрежный лов в районе села Весело-Вознесенка, точка 4). В общей сложности методом неполного паразитологического вскрытия исследовано четыре выборки хамсы в количестве 95 особей (МУК 3.2.988-00, 2000; Мусселиус В.А., 1983) с измерением их морфометрических показателей – промысловой длины и массы.



Рис. Точки отбора проб, отмеченные на карте Таганрогского залива

При паразитологическом анализе в каждой выборке хамсы учитывалось количество живых и деградировавших личинок *H. aduncum*. Уровень инвазии теми и другими в пределах изучаемой выборки устанавливали путем подсчета процента зараженных рыб (экстенсивность инвазии – ЭИ), пределов интенсивности инвазии (минимальная и максимальная интенсивность – ИИ), средней интенсивности (СИ) – количества паразитов, приходящихся на одну особь хозяина среди зараженных рыб, и индекса обилия (ИО) – количества паразитов, рассчитанных на одну особь хозяина во всей выборке.

Размерно-массовые характеристики рыб из разных выборок отличались незначительно (табл. 2). Средняя промысловая длина колебалась в пределах 9,2–9,5 см, средняя масса – 6,6–8,9 г.

Таблица 2. Размерно-массовая характеристика хамсы из разных участков Таганрогского залива в летний период 2015-2016 гг.

| Район лова (точка отбора) | Год | $l_{\text{ср.}}$, см | $m_{\text{ср.}}$, г |
|---------------------------------------------|------|-----------------------|----------------------|
| Западный (точка 1) | 2015 | 9,3 | 7,4 |
| Центральный (точка 2) | 2015 | 9,4 | 7,7 |
| Западный (точка 3) | 2016 | 9,5 | 8,9 |
| Центральный (точка 4, с. Весело-Вознесенка) | 2016 | 9,2 | 6,6 |

Зараженность хамсы в исследованных участках залива характеризовалась в основном низкими показателями. Во всех выборках преобладали рыбы с деградирующими личинками, экстенсивность инвазии которыми варьировала в пределах 3,33-40,00% при индексе обилия от 0,03 до 0,60 экз. Максимальное число червей в одной рыбе не превышало 3 экз. В период исследований 2015–2016 гг. наибольшее скопление хамсы с деградирующими личинками наблюдалось у северного побережья центральной части залива (точки 2, 4).

Живые личинки гистеротилиациума встречались значительно реже. В выборках хамсы, обследованных в 2015 г. в западном и центральном районах Таганрогского залива, они отсутствовали (табл. 3). В 2016 г. в центральной акватории залива экстенсивность инвазии живыми личинками была ниже, в сравнении с деградирующими, в 4 раза, индекс обилия – в 6 раз. В противоположность этому, в южном побережье западного района при общем низком уровне зараженности преобладали рыбы с живыми личинками нематоды (6,67 против 3,33%).

Разница в зараженности рыб указанными типами личинок *H. aduncum* может быть связана с миграцией косяков хамсы. Преобладание особей с живыми личинками паразита в южном побережье западной части залива в летний период 2016 г. может свидетельствовать о более позднем заходе данного косяка хамсы из Черного моря в Азовское.

Таблица 3. Показатели зараженности хамсы нематодой *Hysterothylacium aduncum* в разных участках Таганрогского залива Азовского моря в 2015-2016 гг.

| Район лова (точка отбора) | Состояние личинок | ЭИ | ИИ | СИ | ИО |
|---------------------------------------------|-------------------|-------|-----|------|------|
| 2015 г. | | | | | |
| Западный (точка 1) | деградирующие | 3,33 | 1-1 | 1,00 | 0,03 |
| | живые | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Центральный (точка 2) | деградирующие | 26,67 | 1-3 | 2,13 | 0,57 |
| | живые | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2016 г. | | | | | |
| Западный (точка 3) | деградирующие | 3,33 | 1-1 | 1,00 | 0,03 |
| | живые | 6,67 | 2-2 | 2,00 | 0,13 |
| Центральный (точка 4, с. Весело-Вознесенка) | деградирующие | 40,00 | 1-3 | 1,50 | 0,60 |
| | живые | 10,00 | 1-1 | 1,00 | 0,10 |

Список литературы

- Будниченко Э.В., Фирулина А.В. 1996. Состояние кормовой базы и питание хамсы и тюльки в современных условиях в Азовском море. Керчь: Труды Южного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии 42, 128-139.
- Васильева Е.Д. 2007. Рыбы Чёрного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригаллиных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С. В. Богородским. М.: Изд-во ВНИРО, 238 с.
- Гаевская А.В. 2004. Паразиты и болезни морских и океанических рыб в природных и искусственных условиях. Севастополь: изд-во «ЭКОСИ-Гидрофизика», 237 с.
- Гаевская А.В. 2005. Анизакидные нематоды и заболевания, вызываемые ими у животных и человека. Севастополь: изд-во «ЭКОСИ-Гидрофизика», 223 с.
- Корнилова В.П. 1955. Питание азовской хамсы. М.: Изд-во «Пищепромиздат» 31(1), 368-377.
- МУК 3. 2.988-00. 2000. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки.
- Мусселиус В.А., Ванятинский В.Ф., Вихман А.А. 1983. Лабораторный практикум по болезням рыб: учебное пособие. М.: Изд-во «Легкая и пищевая промышленность», 295 с.
- Световидов А.Н. 1964. Рыбы Черного моря. М: Изд-во «Наука», 551 с.
- Щепкина А.М. 1978. Влияние личинок нематод *Contracaecum aduncum* на липидный состав тканей черноморской хамсы. Биология моря 45, 109-112; 57, 36-43.
- Pons-Sánchez-Cascado S. et al. 2006. Sensory analysis to assess the freshness of Mediterranean anchovies (*Engraulis encrasicolus*) stored in ice. Food Control 17(7), 564-569.
- Shchepkina A.M. et al. 1980. Lipid composition of the tissues of *Engraulis encrasicolus* during its annual cycle and in infection with larvae of the nematode *Contracaecum aduncum*. Sevastopol: Èkologiya Morya 3, 33-39.

Изменчивость роста и формы раковины *Macoma calcaria* (Gmelin, 1791) (Bivalvia: Tellinidae)

С.А. Назарова, Е.А. Генельт-Яновский, О.В. Бондарева

Зоологический институт Российской академии наук (ЗИН РАН)

e-mail: sophia.nazarova@gmail.com

Ключевые слова: *Macoma calcaria*, Bivalvia, линейный рост, морфометрия, геометрическая морфометрия.

Аннотация: В работе были проведены исследования морфометрии раковины и линейного роста *Macoma calcaria* в морях Российской Арктики. Было показано, что данные моллюски демонстрируют отсутствие значимых различий в форме раковины в арктических морях России на фоне ее широкого варьирования внутри каждого моря. В Белом и Баренцевом морях на мелководьях (глубина до 50 м) раковины у особей *M. calcaria* более уплощенные. Рост маком в арктическом регионе гетерогенный, однако различия обусловлены локальными условиями, и не было показано влияния географического положения или глубины обитания на скорость роста.

Macoma calcaria (Gmelin, 1791) – массовый бореально-арктический вид двустворчатых моллюсков с циркумарктическим ареалом, обитающий в широком диапазоне глубин (Норнер Petersen, 1978). Макома встречается во всех морях Российской Арктики, где доминирует в прибрежных районах и губах на глубинах до 50 м (Гаевская, 1948; Наумов, 2006). При этом весь диапазон встречаемости охватывает глубины до 250 метров (Наумов, 2006).

Несмотря на повсеместное распространение и значительный вклад в структуру бентосных сообществ морей Арктики, многие особенности жизненного цикла данного вида остаются слабо изученными. До последнего времени основным модельным видом рода *Macoma* была *Macoma balthica*, как более доступный литоральный вид. Возможно, в связи с ревизией двустворчатых моллюсков, в ходе которой данный вид был выделен в сестринский род *Limescola* (Huber et al., 2015), в последние годы появилась серия исследований, посвященных типовому виду рода — *Macoma calcaria* (см. например работы Gerasimova, Maximovich, 2013; Лисицына и др., 2017; Носкович, Павлова, 2017; Лисицына, Герасимова, 2019; Gerasimova et al., 2019).

Представители рода *Macoma* морфологически и экологически чрезвычайно пластичны, что затрудняет их видовую идентификацию (Coan, 1971). В связи с этим целью данной работы стало изучение морфометрии раковины и линейного роста *Macoma calcaria* в морях Российской Арктики.

Материал и методика. Для исследования были использованы образцы *M. calcaria*, депонированные в коллекции Лаборатории морских исследований ЗИН РАН (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика использованного материала.

| Акватория | № сборов в коллекции ЗИН РАН | Диапазон глубин, м | Количество измеренных особей <i>Macoma calcaria</i> , экз. |
|------------|--------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------|
| Белое море | 853, 855, 857, 859, 866, 868, 869, 933, 934, 935 | 10-190 | 95 |

| | | | |
|------------------------------------------|--------------------------------------|--------|----|
| Баренцево море, в т.ч. район Шпицбергена | 28, 29, 32, 34, 37, 38, 40, 340, 416 | 5-165 | 43 |
| Карское море | 189, 229, 231, 293 322, 339 | 28-255 | 11 |
| Море Лаптевых | 196 | 40 | 3 |
| Восточно-Сибирское море | 1085, 1077 | 42-43 | 10 |
| Чукотское море | Хромов 10 | 40 | 28 |

У моллюсков штангенциркулем измеряли длину (L), высоту (H) и толщину (W) раковины с точностью до 0,1 мм. По меткам зимней остановки роста на внешней поверхности раковины определяли возраст раковины. У раковин, где метки зимней остановки роста были хорошо видны, измеряли их длину для реконструкции линейного роста раковины. В дальнейшем использовали стандартные морфометрические индексы (H/L, W/L, W/H) для описания формы раковины.

Также наружную поверхность правых створок раковин сканировали. Полученное изображение в дальнейшем использовали для анализа формы раковины по взаимному расположению меток (геометрическая морфометрия) (Васильев и др., 2018). Использованные метки показаны на рис. 1.

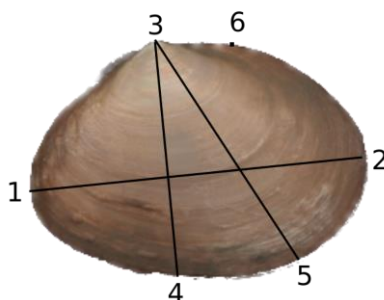


Рис. 1. Метки (landmarks), использованные для изучения формы раковины *Macoma calcarea* методами геометрической морфометрии. Линия 1-2 – максимальный линейный размер (длина раковины), точка 3 – вершина раковины. линия 3-4 – высота раковины (перпендикулярна длине), линия 3-5 – максимальный радиус, проходящий через вершину. Точка 6 – перегиб («горб») на верхнем краю раковины.

Для статистического анализа использовали стандартные непараметрические статистики (коэффициент корреляции Спирмена, критерий Вилкоксона, тест Краскела-Уоллеса). Сравнение формы раковины проводили с использованием анализа главных компонент (Luttikhuisen et.al., 2003). Линейный рост аппроксимировали уравнением Берталанффи (Bertalanffy, 1938). Сравнительный анализ кривых роста производили с учетом разброса эмпирических данных относительно регрессионной модели. В качестве меры расстояния использовали отношение величины статистики F (частное от деления остаточной дисперсии относительно кривой роста на сумму остаточных дисперсий относительно частных моделей роста) к 5%-ному квантилю F -распределения (Максимович, 1989). Расчеты проводили при помощи оригинального макроса к MS Excel, выполненного Т.С. Ивановой.

Результаты. Для *M. calcarea* был показан аллометрический рост — изменение формы раковины с увеличением длины. Более крупные макомы становятся более вытянутыми

(корреляция Спирмена для L и H/L: $r_s = -0,54$, $p < 0,001$) (рис. 2). Поэтому для анализа формы раковины использовали подход, предложенный П. Луттикхузен с соавторами (Luttikhuisen et al., 2003), описывающий вздутость/уплощенность раковины и позволяющий убрать влияние аллометрии из анализа. В качестве меры уплощенности раковины использовали 2 компоненту, полученную при анализе методом главных компонент логарифмированных размеров особей (L и H).

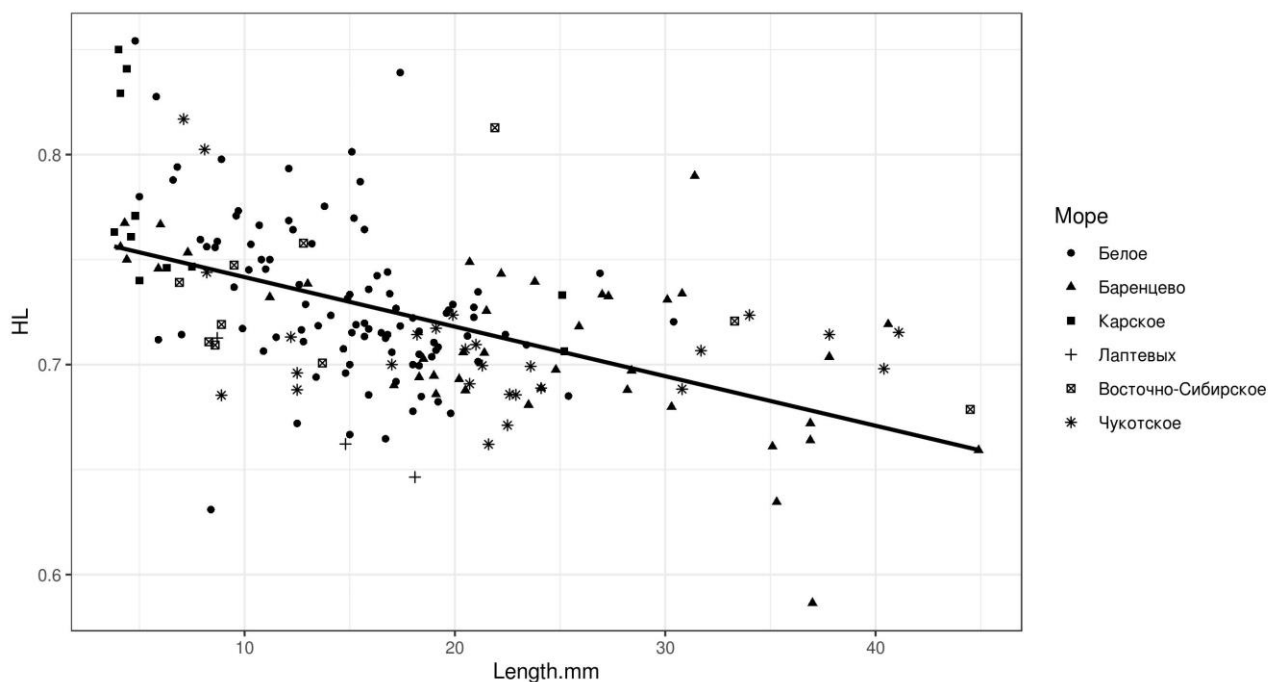


Рис. 2. Изменение формы раковины у особей *Macoma calcaria* разного размера. HL – морфометрический индекс H/L, где H – высота раковины, L – длина раковины, Length.mm – длина раковины, мм

Сравнение уплощенности раковины у моллюсков из разных морей показало, что она не различается (тест Краскела-Уоллеса: $\chi^2 = 4,49$, $p = 0,48$), то есть внутривидовые различия перекрывают межвидовые (рис. 3).

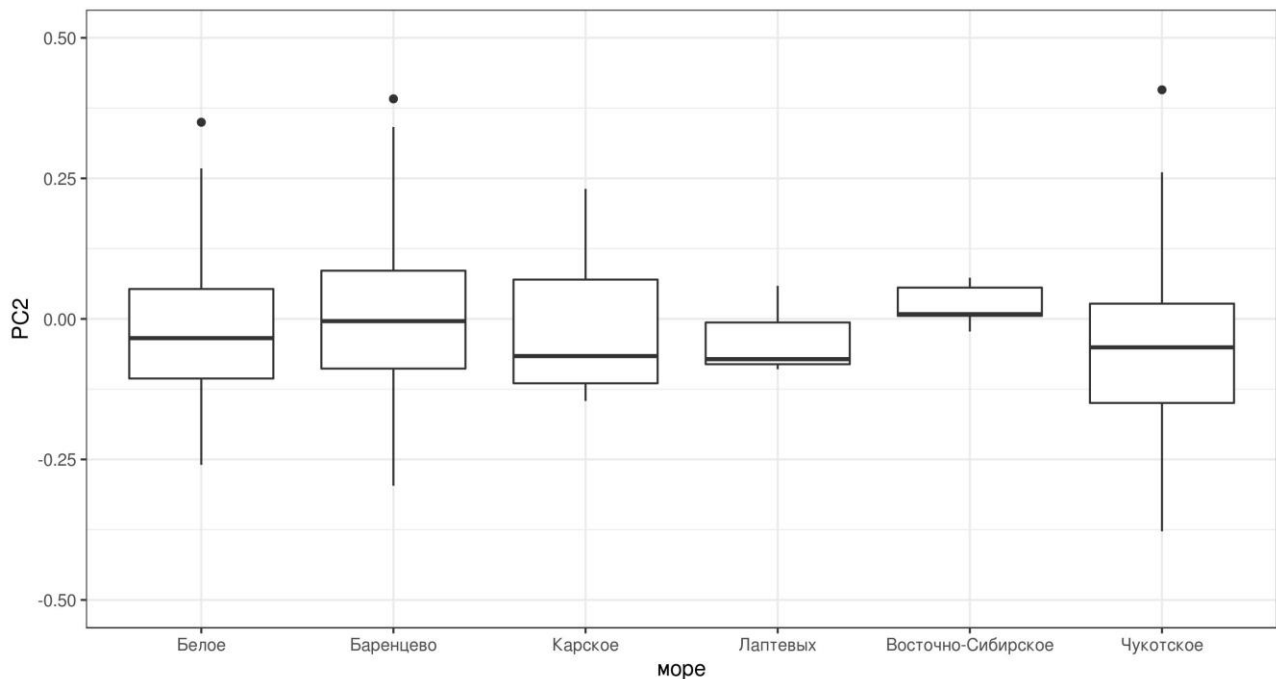


Рис. 3. Уплющенность раковины (PC2) у особей *Macoma calcaria* из разных морей. Более высокие значения PC2 означают уплощенную раковину, низкие – более вздутую.

Также для морей, где было возможно, оценили влияние глубины на форму раковины. По глубине выделили мелководные поселения (глубина менее 50 м) и глубоководные (глубина более 50 м). В Белом ($U = 961$, $p = 0,077$), Баренцевом ($U = 166$, $p = 0,007$) морях было показано, что моллюски, обитавшие на глубине до 50 м более уплощенные, чем из глубоководных поселений. Для Карского моря оценить статистическую значимость не удалось из-за малого объема выборки, однако тенденция была аналогичная.

Для более детального анализа формы с помощью геометрической морфометрии использовали 70 особей из Белого, Баренцева, Карского и Восточно-Сибирского морей (рис. 4). Максимальное варьирование формы раковины было отмечено в Белом и Баренцевом морях, однако отчасти это может быть связано с бо́льшим объемом выборки из данных акваторий, и требует дальнейшей проверки. В центральной части графика облака точек, описывающих раковины моллюсков, обитающих в разных морях, пересекаются, то есть можно говорить о сходстве макроморфометрии из данных акваторий. В дальнейшем планируется увеличение объема выборки и расширение географии исследования данным методом.

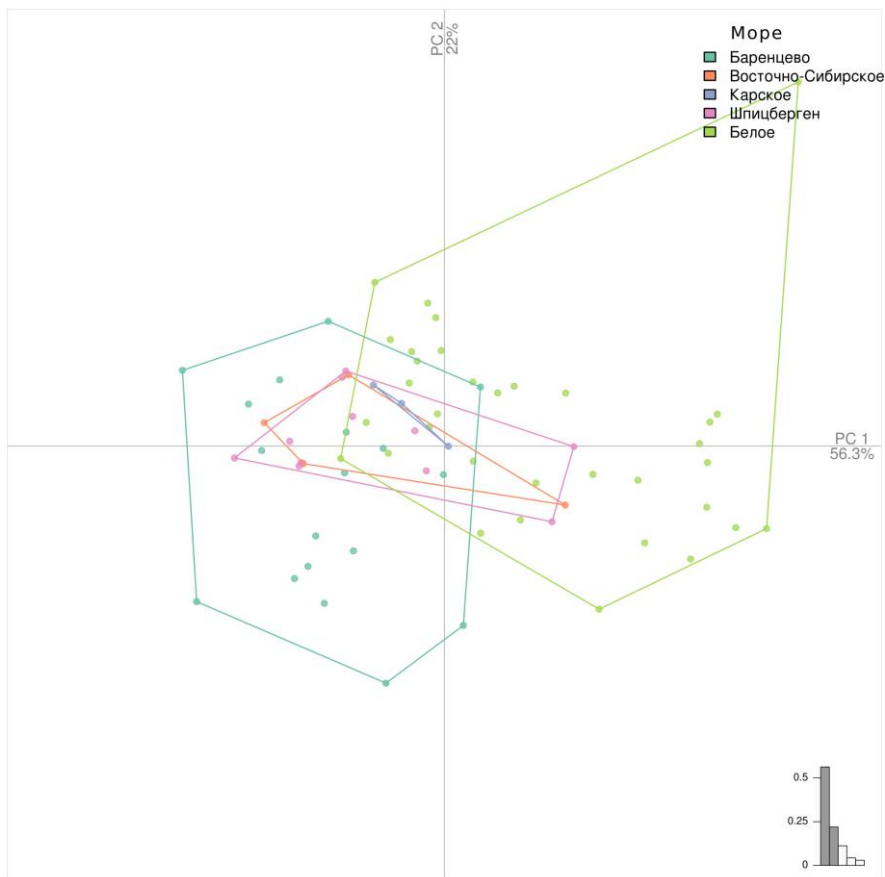


Рис. 4. Результаты многомерного шкалирования методом главных компонент формы раковины *Macoma calcaria*.

При изучении линейного роста *Macoma calcaria* кроме наших данных также были использованы опубликованные данные по росту моллюсков у побережья Сахалина (Selin, 2010) и Гренландии (Petersen, 1978). Сравнительный анализ показал отсутствие как географической, так и батиметрической зависимости скорости роста в арктических морях — пробы из разных акваторий попадают в один кластер (рис. 5). Наиболее южная популяция маком (SAK) отличалась максимальной скоростью роста и попадала в отдельный кластер.

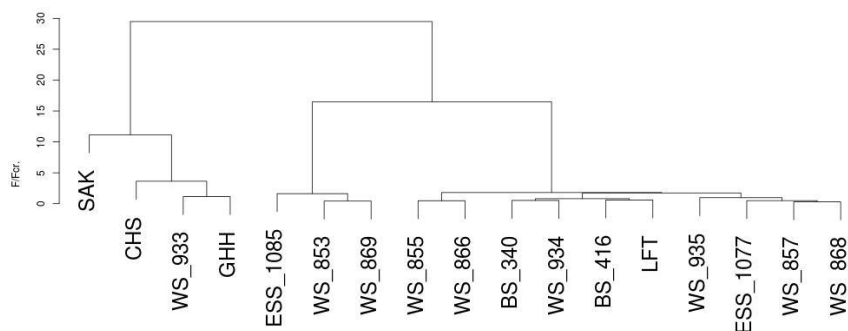


Рис. 5. Сравнение линейного роста *Macoma calcaria*, обитающих в различных морях.

Коды: SAK – Сахалин (по Selin, 2010), CHS – Чукотское море, WS – Белое море, GHN и LFT– Гренландия (по Petersen, 1978), ESS – Восточно-Сибирское море, BS – Баренцево море.

Заключение. Таким образом, *Macoma calcaria* демонстрирует отсутствие значимых различий в форме раковины в арктических морях России на фоне широкого варьирования ее внутри каждого моря. В Белом и Баренцевом морях показано, что в более глубоководных поселениях раковины у моллюском более вздутые. Рост маком в арктическом регионе гетерогенный, однако различия обусловлены локальными условиями, и не было показано влияния географического положения или глубины обитания на скорость роста.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 18-34-00572 и 18-05-60157.

Список литературы

Васильев А.Г., Васильева И.А., Шкурихин А.О. 2018. Геометрическая морфометрия: от теории к практике. Москва: Т-во науч. изд. КМК. 471 с.

Гаевская Н.С. 1948. Определитель фауны и флоры северных морей СССР. М: Советская наука. 740 с.

Лисицына К.Н., Герасимова А.В., Максимович Н.В. 2017. Демэкологические исследования *Macoma calcaria* (Gmelin) в Белом море. XIII Всероссийская конференция с международным участием «Изучение, рациональное использование и охрана природных ресурсов Белого моря». Сборник материалов. Санкт-Петербург, 123-126.

Максимович Н.В. 1989. Статистическое сравнение кривых роста. Вестник Ленинградского университета 4, 18-25.

Наумов А.Д. 2006. Двустворчатые моллюски Белого моря. Опыт эколого-фаунистического анализа. СПб: ЗИН, 367 с.

Носкович А.Э., Павлова Л.В. 2017. Репродуктивные особенности популяций двустворчатого моллюска *Macoma calcaria* (Bivalvia, Tellinidae) в Баренцевом и Печорском морях. Вестник Мурманского государственного технического университета 2(20).

Bertalanffy L. 1938. A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). Human biology 2(10), 181–213.

Gerasimova A.V. et al. 2019. Distribution and growth of bivalve molluscs *Serripes groenlandicus* (Mohr) and *Macoma calcaria* (Gmelin) in the Pechora Sea. Polar Biology 9(42), 1685–1702.

Gerasimova A.V., Maximovich N.V. 2013. Age–size structure of common bivalve mollusc populations in the White Sea: the causes of instability. Hydrobiologia 1(706), 119–137.

Petersen H.G. 1978. Life cycles and population dynamics of marine benthic bivalves from the Disko Bugt area of West Greenland. Ophelia 1(17), 95–120.

Huber M., Langleit A., Kreipl K. 2015. Compendium of bivalves 2.

Luttikhuisen P.C. et al. 2003. Spatially structured genetic variation in a broadcast spawning bivalve: quantitative vs. molecular traits. Journal of Evolutionary Biology 2(16), 260–272.

Selin N.I. 2010. The growth and life span of bivalve mollusks at the northeastern coast of Sakhalin Island. Russian journal of marine biology 4(36), 258–269.

Введение рационального нормирования на объемы сбросов загрязняющих веществ в водные объекты, с целью поддержания устойчивости экосистемы

Н.О. Науменко

ФГБНУ «Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Гидротехники и Мелиорации имени А.Н. Костякова», г. Москва
e-mail: nik.naumenko@gmail.com

Вода является основным природным ресурсом, поддерживающим стабильную жизнь всех живых организмов. Качество данных ресурсов, бесспорно, задает тренд состоянию здоровья населения и благоприятной обстановки для окружающей среды в целом.

Для поддержания качества водных ресурсов в Российской Федерации действуют различные виды предельно допустимых концентраций (ПДК). В качестве экологической оценки состояния вод, согласно литературному источнику Гагариной О.В. (Гагарина О.В. 2012.), используется рыбохозяйственный ПДК.

Известно что, концентрация загрязняющих веществ в водоемах не постоянна, а способствует тому:

– изменение природно-климатических характеристик. К примеру, обильные атмосферные осадки могут существенно повлиять на изменение экологического состояния водного объекта в ту или иную сторону. Повышение температуры воздуха в свою очередь увеличивает испарение из водоемов, что приводит к повышению минерализации водных ресурсов.

– смена времен года. Естественно сложилось, что в период половодья качество вод отличается максимальными концентрациями загрязняющих веществ, вследствие «выхода» рек из берегов и вымывания верхних слоев почвы.

– антропогенное воздействие. Сбросы загрязняющих веществ из предприятий на сегодняшний день являются одной из основных проблем (Красногорская Н.Н., Елизарьев А.Н., Фашевская Т.Б., 2008).

Определяющий фактор степени экологической обстановки в водных объектах напрямую зависит от объемов сбросов загрязняющих веществ (ЗВ) из предприятий. Чрезмерные сбросы ЗВ оказывают крайне негативное воздействие на:

- хозяйственно-бытовой и рекреационный потенциал водопользования;
- деградацию прилегающих к водоему агроландшафтов в результате орошения сельскохозяйственных угодий;
- биологическую продуктивность живых организмов непосредственно в самом водоеме.

Постройка водохранилищ так же способствует антропогенной нагрузке на водные объекты. Вследствие искусственного регулирования уровня вод, изменяется и концентрации загрязняющих веществ. Согласно статье (Лагутина Н.В., Новиков А.В., Сумарукова О.В., Науменко Н.О. 2019) при сохранении объемов сбросов загрязняющих веществ с изменением уровня воды в Рыбинском водохранилище мы можем увидеть следующие превышения ПДК (табл. 1).

Изменение времени полного водообмена в водохранилище от НПУ (нормального подпорного уровня) до УМО (уровня мертвого объема) составляет в среднем от 9 до 3 мес соответственно. Это говорит о том, что повышение процентного содержания загрязняющих веществ в водоеме будет значительным. По некоторым показателям содержание ЗВ от отметки НПУ до критической отметки (перед УМО) увеличивается более чем в 2 раза.

К тому же регулярное снижение уровня вод приводит к движению донные наносы, в которых в свою очередь также присутствуют тяжелые металлы.

Таблица 1. Отношение концентрации загрязняющих веществ к рыбохозяйственному ПДК на различных отметках уровня воды в Рыбинском водохранилище

| | Отметка уровня воды в Рыбинском водохранилище, м | | | | |
|------------------|--------------------------------------------------|-----|-----|------|------|
| | 102 | 101 | 100 | 99 | 98 |
| Cl ⁻ | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| SO ⁴⁻ | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 2,4 | 2,9 |
| PO ⁴⁻ | 0,9 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | 1,8 |
| NH ⁴⁺ | 1,3 | 1,6 | 1,8 | 2,2 | 2,7 |
| NO ²⁻ | 5,0 | 6,0 | 6,9 | 8,4 | 10,5 |
| NO ³⁻ | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Fe | 4,5 | 5,4 | 6,2 | 7,6 | 9,4 |
| Mn | 6,0 | 7,2 | 8,2 | 10,1 | 12,6 |
| Cu | 2,1 | 2,5 | 2,9 | 3,5 | 4,4 |
| Zn | 2,0 | 2,4 | 2,7 | 3,4 | 4,2 |
| Нефтепродукты | 4,0 | 4,8 | 5,5 | 6,7 | 8,4 |
| Ca | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| Mg | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| Na | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| ПДК | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |

В качестве снижения антропогенного воздействия на водоемы, мы можем рассмотреть перспективную систему рационального нормирования. Для реализации данной задачи необходимы:

1. Автоматизированная система мониторинга, в которую будут входить:

- мониторинг безопасности гидротехнических сооружений;
- база данных изменений гидрометеорологических параметров;
- база данных постов государственного экологического мониторинга.

2. Расчетные программы для прогноза степени антропогенного воздействия, на водные объекты согласно полученным актуальным данным.

3. База данных для предприятий, в которой будут находиться:

- требования по допустимым концентрациям веществ для сбросных вод;
- текущие данные по объемам сбросов ЗВ;
- рекомендуемые предельные объемы сбросов ЗВ.

Комплекс программ позволит предприятиям заблаговременно принимать те или иные решения для недопущения чрезмерной антропогенной нагрузки на водные объекты.

Рациональное нормирование решит множество задач в области охраны окружающей среды, кроме того введение данной системы даст возможность не только контролировать состояния водных объектов но и повышать качество водных ресурсов что приведет в конечном итоге к устойчивой экосистеме.

Список литературы

Гагарина О.В. 2012. Оценка и нормирование качества природных вод: критерии, методы, существующие проблемы. — Ижевск: Издательство «Удмуртский университет», 199 с.

Красногорская Н.Н., Елизарьев А.Н., Фащевская Т.Б. 2008. Комплексная оценка антропогенной деградации речных экосистем. Количественный аспект. Уфа: Полиграфсервис, 288 с.

Лагутина Н.В., Новиков А.В., Сумарукова О.В., Наumenко Н.О. 2019. Оценка качества вод Рыбинского водохранилища вследствие снижения уровня вод. Природообустройство 2, 122-126.

Ресничные инфузории как индикаторы сапробности вод реки Волхов

Т.В. Никитина, И.А. Дружинина

Новгородское отделение ФГБНУ «ВНИРО», г. Великий Новгород
e-mail: niorh53@mail.ru

Ключевые слова: ресничные инфузории, сапробность, индикаторные организмы.

Аннотация. Река Волхов является одной из крупнейших рек Северо-Запада России. Протяженность реки составляет 244 км, ширина варьирует от 100 до 600 м, в нижнем течении построена Волховская ГЭС. Волхов является единственной рекой, которая выносит воды из озера Ильмень, а также собирает воды с 45 притоков, и несет их в Ладожское озеро. На всем своем протяжении река Волхов испытывает антропогенное воздействие, в нее сосредоточены сбросы сточных и дренажных вод, коммунально-бытовое водоснабжение, промышленность и т.д. Все эти факторы негативно сказываются на качестве вод водотока, вызывают необходимость постоянного контроля за их состоянием. Одним из способов определения сапробности водного объекта являются ресничные инфузории, они одни из первых простейших организмов реагируют на загрязнение вод. Ресничные инфузории реагируют на изменение условий обитания сменой видового сообщества. Реакция происходит за короткое время.

В настоящее время ресничные инфузории являются одним из наиболее используемым индикаторным объектом в определении степени загрязнения водных объектов.

Цель исследования - изучение фауны ресничных инфузорий реки Волхов, как индикаторных организмов сапробности ее воды.

Материалы и методы. В основу настоящей работы положены результаты гидробиологических исследований фауны цилиат, выполненных зимой - весной 2012 г. Материал собирался на 5 биотопах р. Волхов в пределах Новгородского района (рис. 1).



Рис. 1. Исследованные биотопы р. Волхов (1-5)

Отбор проб на каждом биотопе производился через каждые 50 м в трех повторностях. Всего за исследуемый период было отобрано 30 проб из разных биотопов реки Волхов.

Одновременно с отбором проб определялись важнейшие параметры среды: температура воды, прозрачность, O₂, pH.

Для отбора проб использовали водный сачок диаметром 10 см, изготовленный из мельничного газа №77. Материал обрабатывался по стандартным методикам [3,4]. Исследованные биотопы р. Волхов (1-5). Пробы отбирались как в горизонтальном (длина протяжки 1 м), так и в вертикальном (длина протяжки от 0,5 до 1 метра) направлениях в водной толще.

Объем отобранной пробы доводился до объема 100, 250 или 500 мл, профильтрованный через мельничный газ №77 речной воды.

Для сбора бентосных инфузорий использовался стеклянный цилиндр с пробкой объемом 100 мл (диаметр сечения 2 см). При помощи цилиндра вырезались колонки грунта, а затем каждая делилась на слои: 0-0,5; 0,5-1; 1-2; 2-3 см. Инфузории выделялись из грунта многочисленным промыванием профильтрованной речной воды.

Просмотр и детальное изучение проб проводился *in vivo* в возможно короткие сроки (не более 1-2 часов с момента их взятия).

В каждой пробе определялась таксономическая принадлежность инфузорий, их размер и численность.

Сапробиологическое состояние водотока оценивалось на основании индексов сапробности по Пантле и Букк в модификации Сладечека (Sladocek, 1973).

Результаты и обсуждение. В исследуемый период в пробах, взятых в р. Волхов выявлено 32 вида ресничных инфузорий, относящихся согласно классификации Корлиса (Corliss, 1994) к 5 классам, 9 отрядам, 16 семействам. Наибольшим видовым разнообразием характеризовались классы: Oligohyumenophorea – 14 видов, Polyhyumenophorea – 11 видов.

Систематический обзор цилиат реки Волхов:

Тип Ciliophora Doflein, 1901

Класс Polyhyumenophorea Jankowski, 1967

Подкласс 1. Heterotrichia Stein, 1859

Отряд 1. Heterotrichida Stein, 1859

Семейство Stentoridae Carus, 1863

Stentor minus

Семейство Kondylostommidae Bory, 1826

Kondilostoma vorticella Ehrenberg, 1833

Подкласс 2. Spirotrichia Butchli, 1989

Отряд 1. Hypotrichida Stein, 1859

Семейство Oxytrichidae Ehrenberg, 1838

Oxytricha sp.

O. ferruginea Stein, 1859

Stylonychia mytilus Ehrenberg, 1838

S. pustulata Ehrenberg, 1838

S. putrina Stokes, 1885

Stylonychia sp.

Семейство Euplotidae

Euplotes patella O.F. Muller, 1786

Отряд 2. Oligotrichida Butschli, 1887

Семейство Strobilidae Stokes, 1887

Strobilidium gyrans Stokes, 1859

Семейство Strombidiidae Faure-Fremiet, 1970

Strombilidium mirabile Penard, 1916

Класс Phyllopharyngea de Puytorac et al, 1974

Отряд 1. Cyntophoridae Faure-Fremiet in Corliss, 1956

Семейство Chilodonellidae Deroux, 1970
Chilodonella cucullulus O.F. Muller, 1786
Chilodonella sp.

Класс Oligohymenophorea de Puytorac et al, 1974

Подкласс 1. Hymenostomatida Delage & Herouard, 1896

Отряд Hymenostomatida Delage & Herouard, 1896

Семейство Tetrahymenidae Corliss, 1971

Colpidium colpoda Ehrenberg, 1831, Stein, 1830

Tetrahymena pyriformis Ehrenberg, 1830

Подкласс 2. Scuticociliatia Small, 1967

Отряд Scuticociliatida Small, 1967

Семейство Cyclidiidae Ehrenberg, 1838

Cyclidium glaucoma O.F. Muller, 1786

Подкласс 3. Peritrichichia Stein, 1859

Отряд Peritrichida Stein, 1859

Семейство Vorticellidae Ehrenberg, 1838

Vorticella convallaria Linnaeus, 1757

Vorticella conica Stokes, 1887

Vorticella nutans O.F. Muller, 1773

Семейство Ehrenberg, 1838

Epistylis plicatilis Ehrenberg, 1838

Подкласс 4. Parameciidae Dujardin, 1840, Kent, 1881

Paramecium aurelia Ehrenberg, 1838

P. bursaria Focke, 1836, Ehrenberg, 1838

P. caudatum Ehrenberg, 1838

P. putrinum Claparede de Lachmann, 1858

Paramecium sp.

Семейство Fontoriidae Ehrenberg, 1838

Frontonia acuminata Ehrenberg, 1838

Frontonia sp.

Класс Prostomatea Schewjakoff, 1896

Отряд Prorodontida Corliss, 1974

Семейство Prorodontidae Corliss, 1974

Prorodon ovum Kahl, 1930

P. teres Ehrenberg, 1838

Класс Litostomatea Small&Lynn, 1981

Отряд Harptorida Corliss, 1974

Семейство Enchelyidae Ehrenberg, 1838

Enchelys pupa O.F. Muller, 1786

Семейство Actinobolinidae

Actinobolina radians Stein, 1852

Семейство Spathidiidae Kahl in Doflein et Reichnow, 1929

Spathidium viride Penard, 1922

Исследуемые биотопы характеризовались разным видовым составом ценоза ресничных инфузорий.

Биотоп 1 (исток р. Волохов). В истоке реки Волхов выявлено 11 видов ресничных инфузорий. Доминирующими по численности выступали такие виды, как: *Chilodonella cucullulus*, *Paramecium aurelia*, *Colpodium colpoda*. Повсеместно встречающиеся виды в пределах станции: *Strobidium gyrans*, *Pidinium balbianii*, *Paramecium bursaria*, *Vorticella conica*, *Stylonychia mytilus*. Малочисленными видами были: *Oxytricha* sp., *Paramesia* sp., *Frontonia acuminata*. Большинство из представленных видов относятся к α-мезосапробным видам. α-сапробных видов здесь было встречено 7 видов (63,6%), β-мезосапробных 3 вида

(27,3%), и один вид р-полисапробный (9,0%). Таким образом, вода в районе истока реки Волхов относится к αβ-мезосапробной зоне.

Биотоп 2. На данном участке р. Волхов выявлено 10 видов ресничных инфузорий, принадлежащих к 8 отрядам и 8 семействам. Наибольшим видовым разнообразием отличалось семейство *Oxytrichidae* - 2, *Parameciidae* - 2, остальные семейства были представлены одним видом. Доминантами по численности были *Oxytricha* sp., *Chilodonella* sp., *Paramecium caudatum*. Из выявленных видов к α-мезосапробным видам относятся 8, или 80%, к β-мезосапробным 2 вида, или 20%. Соответственно, данный биотоп также можно отнести к αβ-мезосапробной зоне.

Биотоп 3. Здесь было обнаружено 7 видов ресничных инфузорий, принадлежащих к 5 отрядам и 4 семействам. Все семейства были представлены одним - двумя видами. Преобладающие по численности: *Vorticella convalaria*, *Chilodonella* sp., *Oxytricha ferruginea*. Здесь также, как и в двух предыдущих биотопах присутствовали представители αβ-мезосапробной зоны. α-мезосапробных видов здесь было встречено 5 видов, или 71,4%, β-мезосапробных 2 вида, или 28,6%. Таким образом, данный биотоп также относится к αβ-мезосапробной зоне.

Биотоп 4. На этой станции было выявлено 12 видов инфузорий, относящихся к 8 отрядам и 9 семействам. Самым многочисленным по числу видов было семейство *Oxytrichidae* - 4 вида, остальные семейства были представлены одним-двумя видами. Доминантами по численности были: *Oxytricha* sp., *Oxytricha ferruginea*, *Strobidium gyrans*, *Chilodonella cucullulus*. Представители α-мезосапробных видов в биotope 4 было выявлено 8, или 66,6%, β-мезосапробных видов 2, или 16,7%, и αβ-мезосапробных видов 2, или 16,7%. Соответственно вода в районе данного биотопа не отличалась от рассмотренных ранее биотопов, и относится к αβ-мезосапробной зоне.

Биотоп 5. На данном участке выявлено 18 видов инфузорий, принадлежащих к 8 отрядам и 14 семействам. Преобладающим по числу видов в этом биotope, как и в предыдущих, оказалось семейство *Oxytrichidae* - 3 вида, *Parameciidae* - 3 вида, остальные были представлены одним-двумя видами.

Доминирующими по численности были виды *Oxytricha* sp., *Strobidium gyrans*, *Chilodonella cucullulus*, *Paramecium* sp., *Frontonia* sp.. Второстепенные виды по численности *Colpidium colpoda*, *Cyclidium glaucoma*, *Vorticella conica*.

Такие виды как *Enchelys pupa*, *Actinobolina radians* были встречены только в этом биotope.

В данном биotope, также преобладали по численности α-мезосапробные виды, и были представлены 11 видами, или 61,1%, β-мезосапробные 3 вида, или 16,7%, р-полисапробный 1 вид, или 5,6%. Данный биотоп также относится к αβ-мезосапробным.

Таким образом, на всех рассмотренных 5-ти биотопах река Волхов относится к αβ-мезосапробным водным объектам.

Видовое разнообразие, численность и биомасса ресничных инфузорий зависит от сезона года, соответственно и сапробность водного объекта тоже меняется.

Так, в зимний период в фауне цилиат было встречено 14 видов. Массовые виды: *Colpodium colpoda*, *Paramecium aurelia*, *Oxytrichia* sp., встречались на всех биотопах. Доминирующими видами цилиат по биомассе в зимний период были *Paramecium aurelia* (715 мгС/м³), *Chilodonella cucullulus* (408 мгС/м³), *Stylonychia mytilus* (387 мгС/м³).

Биомасса ресничных инфузорий в зимний период составляла от 157 до 1002 мгС/м³. Численность - 0,24-5,6 млн. экз/м³.

В зимней фауне цилиат преобладают α-мезосапробные виды, β-мезосапробные виды не многочисленны и представлены в основном единично. Также следует отметить, что на протяжении исследуемого периода, виды цилиат относящихся к двум пограничным группам αβ-мезосапробным видам в реке Волхов не встречены.

В весенней фауне цилиат было обнаружено 29 видов. Этот период характеризуется более богатым видовым разнообразием и показателями численности, так как наступают благоприятные условия для их развития. Преобладающими по численности в это время года

здесь были следующие виды: *Paramecium caudatum*, *Stylonychia mytilus*, *Oxytricha* sp., *Spathidium parculus*. Численность этих видов составила 0,74 – 51,9 млн. экз/м³, биомасса 70,8–1350 мгС/м³. Основная часть биомассы формировалась за счет *Chilodonella cucullus* (724 мгС/м³), *Paramecium caudatum* (513 мгС/м³), *Strobidium gyrans* (380 мгС/м³).

В весенней фауне ресничных инфузорий, также, как и в зимней, преобладающими по численности были α-мезосапробные виды, β-мезосапробные виды были представлены меньшим числом, также весной были отмечены р-полисапробные виды. Наличие в водоеме р-полисапробных видов в весенний период, говорит о автохтонном и аллохтонном загрязнении водоема. Вода данной реки не может быть использована в качестве питьевой, и ограничительно использоваться в целях ведения хозяйственной деятельности.

Выводы. За период исследования (зима-весна 2012 г) в собранных в р. Волхов пробах воды выявлено 32 вида ресничных инфузорий, относящихся к 5 классам, 9 отрядам и 16 семействам. Наиболее многочисленными были классы *Oligohymenophorea* – 14 видов, *Polyhymenophorea* – 11 видов.

Из семейств наиболее разнообразными по числу видов были *Oxytrichidae* – 6 видов, *Parameciidae* – 6 видов. Остальные семейства представлены меньшим количеством видов.

Показатели численности за исследуемый период составили от 0,24 до 51,9 млн. экз/м³, биомасса от 70,8 до 1350 мгС/м³. Такие показатели являются достаточно высокими для рек.

Количественные показатели численности и биомассы ресничных инфузорий, а также их видовой состав и индикаторные особенности, показали, что река Волхов относится к αβ-мезосапробным водным объектам. Река Волхов на всем своем протяжении находится под постоянным антропогенным воздействием со стороны человека (сброс сточных вод, коммунально-бытовая деятельность, рыболовство, Волховская ГЭС, промышленность и т.д.). Волхов относится к эвтрофным водотокам, что говорит о его аллохтонном и автохтонном загрязнении.

Список литературы

Рылов В.М. 1923. Некоторые данные об иловых отложениях озера Ильмень // Материалы по исследованию р. Волхов и его бассейна 10(2), 410-413.

Рылов В.М. 1924. Планктон озера Ильмень. Материалы по исследованию р. Волхов и его бассейна 19(2), 308-310, 325-338.

Wetzel A. 1928. Der Faulschlamm und seine Ciliaten Leitformen // Ztschr. Morphol. Okol. Tiere 13, 179-328.

Дружинина И.А. 2004. Инфузории (Ciliata, Ciliophora) северо- и юго-западного районов литорали озера Ильмень. НовГУ им. Ярослава Мудрого. Великий Новгород, 131с.

Янковский А.В. 1973. Фауна СССР: Инфузории. Т2. Вып.1. Ан СССР. Наука, 310с.

Мажейкайте С.И. 1977. Ресничные инфузории // Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Под ред. Л.А. Кутиковой, Я.И. Старобогатова. – Л.: Гидрометеоздат, 46-98.

Corliss J.O. 1994. An interim utilitarian (“ User-friendly”) hierarchical classification and characterization of the Protists. Acta Protozoologica 33, 1-51.

Foissner W. 1987. Morphologie und Infraciliatur einiger neuer und wenig bekannter terrestrischer und limnischer Ciliaten (Protozoa, Ciliophora). Sitzungsber. Osterr. Akad. Wiss. Math. Naturwiss. Kl. abt. 1. 196(5-10), 155-165.

Sladocek V. 1973. System of water quality from the biological point of view. Ergen. Der Limnol. H. 7. Arsh.hur Hydrodiol. Bienheft.7, 1-218.

Зоопланктонное сообщество как показатель качества воды дельты р. Волга

К.В. Николенкова

Волжско – Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань
e-mail: ksuny-24.03@inbox.ru

Ключевые слова: зоопланктонное сообщество, видовое разнообразие, виды-индикаторы, сапробность, качество воды, метод Пантле и Букка в модификации Сладечека.

Аннотация: В работе рассмотрено зоопланктонное сообщество как показатель качества воды дельты р. Волга

Данные о видовом разнообразии и структуре сообществ зоопланктона могут быть использованы для мониторинга и прогнозирования возможных последствий антропогенного воздействия на водные экосистемы. Более информативными в части определения прямой реакции экосистемы на антропогенное воздействие служат методы биоиндикации. В гидроэкологии, по сравнению с другими группами организмов, зоопланктон выступает как наиболее проработанный биоиндикационный элемент. В широко применяемой на практике системе определения качества вод зоопланктонное сообщество выступает хорошим индикатором условий среды обитания.

В современной экологии континентальных водоемов основное внимание традиционно уделяется наиболее значимым в хозяйственном отношении водным объектам – крупным озерам, рекам, водохранилищам. Инвентаризация зоопланктона водоемов имеет значение для оценки и сохранения биоразнообразия гидрофауны. Зоопланктон, как и другие сообщества гидробионтов, отражает общее состояние водоемов, служит надежным индикатором качества воды и играет важную роль в процессах самоочищения. Видовой состав зоопланктона, соотношение его таксономических групп, количественные показатели и структура популяций доминирующих видов служат показателями состояния водной экосистемы и используются для биоиндикации и мониторинга качества среды (Круглова, 2015).

Сохранение видового разнообразия и качества среды обитания гидробионтов является одним из основных направлений в современной экологии. Целью данной работы являлась определение уровня сапробности воды дельты р. Волга методом индикаторных видов планктонных беспозвоночных.

Для данного исследования были отобраны 103 пробы зоопланктона на западных и восточных водотоках, акватории Белинского канала, в коренном русле дельты р. Волги и в междуречье Волго-Ахтубинской поймы в весенний (36), летний (49) и осенний (18) периоды 2018 г. Отбор и обработка проб проводились по стандартной методике (Методические рекомендации..., 1984).

Видовой состав зоопланктонного сообщества водотоков дельты р. Волги и Волго-Ахтубинской поймы в 2018 году был сформирован за счет нескольких групп беспозвоночных: Protozoa, Rotatoria, Copepoda, Cladocera, Ostracoda, Bryozoa и Mollusca (ювенальные стадии). Таксономическое разнообразие зоопланктеров в период исследований достигло 87 видов. Доминирующее положение по числу видов во все периоды занимали представители отряда Rotatoria (рис.).

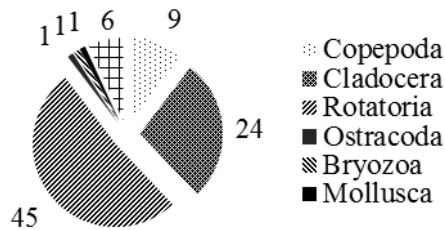


Рис. Таксономический состав зоопланктона на водотоках дельты Волги в сезонной динамике 2018 г.

Количественные концентрации зоопланктофауны на исследуемых водотоках формировали коловратки и ветвистоусые раки, в сумме составив 72% численности и 70% биомассы. Веслоногие раки занимали субдоминирующую позицию по этим показателям. Наиболее массовое развитие среди этих групп получили *Asplanchna priodonta*, р. *Brachionus*, *Euchlanis dilatata* (Rotatoria), п/о Cyclopoida (Copepoda), а также *Bosmina longirostris* (Cladocera). В сезонной динамике средние показатели зоопланктонного сообщества по численности составили 40,1 тыс. экз/м³, по биомассе – 435,5 мг/м³.

В период наблюдений на исследуемой акватории был зарегистрирован 51 вид планктонных беспозвоночных, которые классифицируются как организмы-индикаторы. Разнообразие их форм достигалось за счет развития представителей группы Rotatoria (33 экз.) и Cladocera (18 экз.) (табл.).

Таблица. Виды-индикаторы зоопланктона дельты р. Волги

| | Весна | Лето | Осень |
|------------------------------------------------------|-------|------|-------|
| Rotatoria | | | |
| <i>Asplanchna brightwelli</i> Gosse, 1850 | - | + | + |
| <i>A. priodonta</i> Gosse, 1850 | + | + | + |
| <i>A. sieboldi</i> (Leydig, 1854) | + | + | - |
| <i>Bipalpus hudsoni</i> (Imhof, 1891) | - | + | - |
| <i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851 | + | + | + |
| <i>Br. calyciflorus</i> Pallas, 1766 | - | + | + |
| <i>Br. c. amficeros</i> Ehrenberg, 1838 | + | + | + |
| <i>Br. c. anuraeformis</i> Brehm, 1909 | + | + | + |
| <i>Br. c. calyciflorus</i> Pallas, 1766 | + | - | - |
| <i>Br. c. spinosus</i> Wierzejski, 1891 | - | + | - |
| <i>Br. diversicornis</i> (Daday, 1883) | + | + | - |
| <i>Br. forficula</i> Wierzejski, 1891 | - | + | - |
| <i>Br. plicatilis</i> Müller, 1786 | + | + | - |
| <i>Br. quad. ancylognatus</i> Schmarda, 1859 | - | - | + |
| <i>Br. quad. brevispinus</i> Ehrenberg, 1832 | + | + | - |
| <i>Br. quad. quadridentatus</i> Hermann, 1783 | + | + | + |
| <i>Br. urceus</i> (Linnaeus, 1758) | - | - | + |
| <i>Enteroplea lacustris</i> Ehrenberg, 1830 | + | - | - |
| <i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832 | + | + | + |
| <i>Filinia longiseta longiseta</i> (Ehrenberg, 1834) | + | + | + |
| <i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851) | + | + | - |
| <i>K. tropica</i> (Apstein, 1907) | + | + | - |
| <i>K. quadrata</i> (Müller, 1786) | + | + | - |

| | | | |
|-------------------------------------------------------|---|---|---|
| <i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851) | - | + | - |
| <i>L. luna</i> (Müller, 1776) | - | - | - |
| <i>Nosolca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832) | - | - | - |
| <i>Playtis quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832) | - | + | - |
| <i>Synchaeta stylata</i> Wierzejski, 1893 | - | + | + |
| <i>S. pectinata</i> Ehrenberg, 1832 | - | + | + |
| <i>Trichocerca cylindrica</i> (Imhof, 1891) | - | + | - |
| <i>T. elongata</i> (Gosse, 1886) | - | + | - |
| <i>Trichotria curta</i> (Skorikov, 1914) | - | + | - |
| <i>T. truncate</i> (Whitelegge, 1889) | - | - | - |
| Cladocera | | | |
| <i>Acantoleberis curvirostris</i> (O.F. Müller, 1776) | - | - | + |
| <i>Alonella exigua</i> (Lilljeborg, 1853) | - | + | - |
| <i>Alona rectangula</i> Sars, 1861 | - | + | + |
| <i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Müller, 1785) | - | + | + |
| <i>B. longispina</i> (Leydig, 1860) | - | + | - |
| <i>Ceriodaphnia affinis</i> Lilljeborg, 1900 | - | + | - |
| <i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller, 1776) | - | + | + |
| <i>Ch. ovalis</i> Kurz, 1875 | - | + | - |
| <i>Daphnia cuculata</i> Sars, 1862 | - | + | - |
| <i>D. longispina</i> (O.F. Müller, 1776) | - | + | - |
| <i>D. magna</i> Straus, 1820 | - | - | - |
| <i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin, 1848) | - | + | - |
| <i>Leptodora kinditii</i> Wagner, 1868 | - | + | - |
| <i>Moina rectirostris</i> (Leydig, 1860) | - | + | - |
| <i>M. micrura</i> Kurz, 1874 | - | + | - |
| <i>Rhynchotalona rostrata</i> Koch, 1841 | - | + | - |
| <i>Polyphemus exiguus</i> G.O. Sars, 1897 | - | + | - |
| <i>Simocephalus vetulus</i> (O. F. Müller, 1776) | - | - | - |

Расчет индекса сапробности был произведен методом индикаторных организмов Пантле и Букка в модификации Сладечека:

$$S = \frac{\varepsilon(sh)}{\varepsilon h},$$

где s - индикаторная значимость каждого вида,

h – частота встречаемости организмов.

В целом в течение всего года на западных и восточных водотоках, Белинском канале и коренном русле р. Волги, а также междуречье Волго-Ахтубинской поймы величина индекса сапробности варьировалась от 1,55 до 2, при этом прослеживалась тенденция к его снижению от весны к осени.

За весь период на исследуемой акватории среднее значение индекса сапробности составило 1,65, что характеризует ее как β-мезосапробную зону.

Таким образом, было выявлено, что планктофауна исследуемых водоемов в 2018 г. представлена достаточно широким спектром видов, что свидетельствует об относительной устойчивости сообществ зоопланктона. На основании видов-индикаторов планктонных беспозвоночных акватория дельты р. Волги и Волго-Ахтубинской поймы характеризуется как β-мезосапробная зона или умеренно загрязненная.

Список литературы

Алимов А.Ф. 2000. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб.: Наука, 147 с.

Алексеев В.Р., Цалохина С.Я. 2010. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон. Товарищество научных изданий КМК Москва – Санкт-Петербург, 496 с.

Русаков Г.В., Конечный А.Г., Косова А.А. 1991. Астраханский заповедник М.: Агропромиздат, 191 с.

Круглова А.Н. 2015. Зоопланктон некоторых малых водоемов Петрозаводска. Труды Карельского научного центра РАН 1, 69–77.

Салазкин А.А., Иванова М.Б., Огородникова В.А. 1984. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 34 с.

Стойко Т. Г., Бурдова В. А., Мазей Ю. А. 2014. Гидробионты озера Инорка (Мордовский заповедник им. П.Г. Смидовича). Труды Мордовского государственного природного заповедника имени П.Г. Смидовича 12, 357–364.

Филогеография ряпушек бассейна Северно-Ледовитого океана

Ю.С. Никулина

Национальный исследовательский Томский государственный университет
e-mail: julianikulina0506@gmail.com

Ключевые слова: ряпушка, митохондриальная ДНК (мтДНК), ND1 фрагмент, филогеография.

Аннотация: Анализ последовательностей нуклеотидов участка гена ND1 мтДНК ряпушек из девяти исследованных рек, показал низкий уровень дифференциации между гаплотипами внутри и между популяциями, что подтверждается значениями показателя *p*-дистанции – все они не превышают внутривидового уровня. Полученный результат подтверждает гипотезу о существовании одного вида ряпушки на территории России.

Ряпушка является широко распространенным и полиморфным видом сиговых рыб (р. *Coregonus*), а также одним из ведущих объектов промысла. Она встречается в пределах обширного ареала – от Британских островов до Северной Америки включительно, образуя многочисленные локальные стада с характерными для них морфо-экологическими признаками (Атлас пресноводных рыб, 2003). На территории России различают два вида ряпушек – европейскую *Coregonus albula* и сибирскую *Coregonus sardinella*. Согласно данным Ю.С. Решетникова (1980), распространение европейской ряпушки охватывает бассейны Северного, Балтийского, Баренцева и Белого морей. Она населяет водоемы Ирландии и Великобритании, а также реки и озера от Дании, юга Норвегии и Швеции до Печоры и Вашуткиных озер. Ареал сибирской ряпушки приурочен к большинству рек бассейнов Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского морей, а также встречается этот вид и на побережье Берингова моря. Таким образом, европейская ряпушка представлена в основном озерными формами, в то время как сибирская – преимущественно полупроходными и проходными.

В районе р. Печоры происходит перекрывание ареалов двух видов. Кроме того, именно в Печорском бассейне и отмечена значительная экологическая изменчивость ряпушки, обусловленная разнообразием мест нагула и нереста. Полупроходная ряпушка «зельдь» нагуливается в опресненных участках океана, а на нерест поднимается вверх по течению р. Печоры. По данным Л.Н. Соловкиной (1974) упоминается и ямная ряпушка, обитающая в глубоких плесах р. Уса, и озерная форма – «саурей». Также рядом исследователей (Соловкина, 1974; Туманов, 2010) описана жилая (туводная) пойменно-речная ряпушка в среднем течении р. Печоры, р. Усе и усинских притоках (реки Колва и Косью). Она имеет места нагула в пойменных озерах и заливах, а нерест проводит в русле реки, аналогично «зельди». Морфологический анализ – по данным А.П. Новоселова (2000) и анализ изменчивости аллозимов (Сендек, 1998; Сендек и др., 2016) показали, что «саурей» р. Печоры более сходен с европейской ряпушкой, а форма «зельдь» – с сибирской. Существует точка зрения, что в бассейне р. Печора находится зона гибридизации между *C. albula* и *C. sardinella* (Sendek, 2002). Применение методов молекулярно-генетического анализа позволяет получить более ясные представления о филогенетических взаимоотношениях многочисленных форм ряпушки, их происхождении и путях расселения (филогеографии).

В ходе настоящего исследования был изучен полиморфизм нуклеотидных последовательностей фрагмента митохондриальной ДНК (мтДНК), включающего ген субъединицы 1 NADH дегидрогеназного комплекса (ND1 фрагмент), ряпушек из девяти рек бассейна Северного Ледовитого океана с целью оценки внутри- и межпопуляционного

разнообразия, установления родственных связей между ними и выявления особенностей филогеографии.

Материалом для работы послужили выборки ряпушки из рек Печоры, Енисея, Пясины, Хатанги, Анабара, Лены, Индигирки, Колымы и Яны (рис. 1). Всего методом секвенирования проанализировано 64 образца; число особей в выборках изменялось от одного (р. Анабар) до 17 (р. Енисей). Длина ND1 фрагмента, нуклеотидная последовательность для которого была определена, варьировала от 1867 пар нуклеотидов (п.н.) до 2046 п.н. Длина анализируемого далее участка определялась качеством полученных сиквенсов, была выровнена по самой короткой последовательности и составила 1857 п.н. Описано 56 вариантов последовательностей, или гаплотипов, из которых лишь семь были выявлены более чем у одной особи, остальные гаплотипы являлись уникальными. Основные показатели внутривидового полиморфизма исследованных выборок ряпушки приведены в таблице.

Семь проанализированных последовательностей ND1 фрагмента «зельди» оказались отнесены к шести гаплотипам – H1–H6. Следует отметить, что три особи, являлись носителями гаплотипа S по сайтам рестриктазы *RsaI*, который более распространен в водоемах Сибири. Остальные особи оказались носителями гаплотипа E по этой рестриктазе, что более характерно для ряпушки европейских водоемов. Число вариативных сайтов составило 12, семь из которых являлись синонимичными (табл.). Значения *p*-расстояния варьировали от 0,05 до 0,48%, в среднем – 0,27%.



Рис. 1. Карта мест сбора материала

Обозначения: 1 – р. Пясины; 2 – р. Енисей; 3 – р. Хатанга; 4 – р. Колыма; 5 – р. Индигирка; 6 – р. Яна; 7 – р. Лена; 8 – р. Анабар; 9, 13-17 – р. Печора («зельдь»); 10-12 – р. Печора («саурей»).

Для другой формы ряпушки из р. Печоры – «саурей» по фрагменту ND1 отмечено семь гаплотипов (табл.); дифференциация их невелика – значения *p*-расстояния составляют от 0,16 до 0,65% (в среднем 0,43 %). Следует отметить, что две ряпушки этой формы являлись носителями сибирского варианта S по сайтам *RsaI*. Таким образом, анализ полиморфизма последовательностей ND1 фрагмента мтДНК также подтверждает сосуществование в печорском бассейне ряпушек европейской и сибирской филогенетических линий, маркируемых гаплотипами E и S. Однако важно, что гаплотипы не приурочены к какой-то

конкретной форме, как следовало предполагать (Е – для морфологически сходной с *C. albula* «саурей», а S – для «зельди», которая ближе по морфологии к *C. sardinella*), а встречаются у представителей обеих форм.

Филогенетические взаимоотношения между популяциями ряпушек из исследованных водоемов представлены на рисунке 2. Выявленные гаплотипы образуют две группы. В первую группу, вошли преимущественно гаплотипы ряпушки из водоемов Сибири, в то время как вторая группа образована в основном гаплотипами европейской ряпушки. Следует отметить, что в ряде сибирских популяций (р. Енисей, р. Пясина) отмечены варианты последовательностей, принадлежащие как группе I, так и группе II. Полученные нами данные подтверждают результаты предыдущих исследований морфологии и экологии ряпушек этого региона. В частности, ранее для популяции проходной ряпушки из р. Енисей показано наличие туруханской формы, имеющей морфологические признаки (число позвонков, некоторые пластические признаки) сходные с европейской ряпушкой – А.Ф. Устюгова (1972). В наших работах (Романов и др., 2016; Боровикова и др., 2016; Никулина и др., 2018) отмечено, что в озерах Норило-Пясинской гидросистемы (Лама, Собачье) обитает ряпушка близкая по своему происхождению и ряду морфологических признаков (число позвонков, число ветвистых лучей в спинном и анальном плавниках) к европейской ряпушке *C. albula*.

Для остальных исследованных рек: Хатанга, Анабар, Лена, Индигирка, Колыма и Яна европейский гаплотип Е и/или его производные не выявлены.

Таблица. Показатели внутривидового полиморфизма последовательностей гена ND1 мтДНК исследованных популяций ряпушки

| Водоем | <i>N</i> | <i>h</i> | <i>S</i> | <i>H_d</i> | <i>π</i> |
|--------------------|----------|----------|----------|----------------------|----------|
| р. Печора «зельдь» | 7 | 6 | 12 (7) | 0,95 | 0,00272 |
| р. Печора «саурей» | 7 | 7 | 25 (4) | 1,00 | 0,00415 |
| р. Пясина | 7 | 5 | 13 (4) | 0,86 | 0,00240 |
| р. Енисей | 17 | 15 | 45 (13) | 0,98 | 0,00389 |
| р. Хатанга | 3 | 3 | 5 (1) | 1,00 | 0,00179 |
| р. Анабар | 1 | 1 | – | – | – |
| р. Лена | 6 | 6 | 14 (1) | 1,00 | 0,00245 |
| р. Индигирка | 6 | 6 | 19 (1) | 1,00 | 0,00327 |
| р. Яна | 6 | 5 | 9 (2) | 0,93 | 0,00185 |
| р. Колыма | 4 | 4 | 12 | 1,00 | 0,00304 |

Обозначения: *N* – число проанализированных последовательностей; *h* – число гаплотипов; *S* – число полиморфных сайтов, в скобках указано число парсимоничных сайтов из них; *H_d* – гаплотипическое разнообразие; *π* – нуклеотидное разнообразие.

Дифференциация гаплотипов ND1 фрагмента ряпушек невелика: среднее значение *p*-дистанции равно 0,35%. Для исследованных популяций характерен высокий уровень гаплотипического разнообразия – среднее значение составило 0,99. Наиболее высокие значения нуклеотидного разнообразия наблюдались в популяции ряпушки р. Печоры формы «саурей», минимальные – у ряпушки из р. Хатанга.

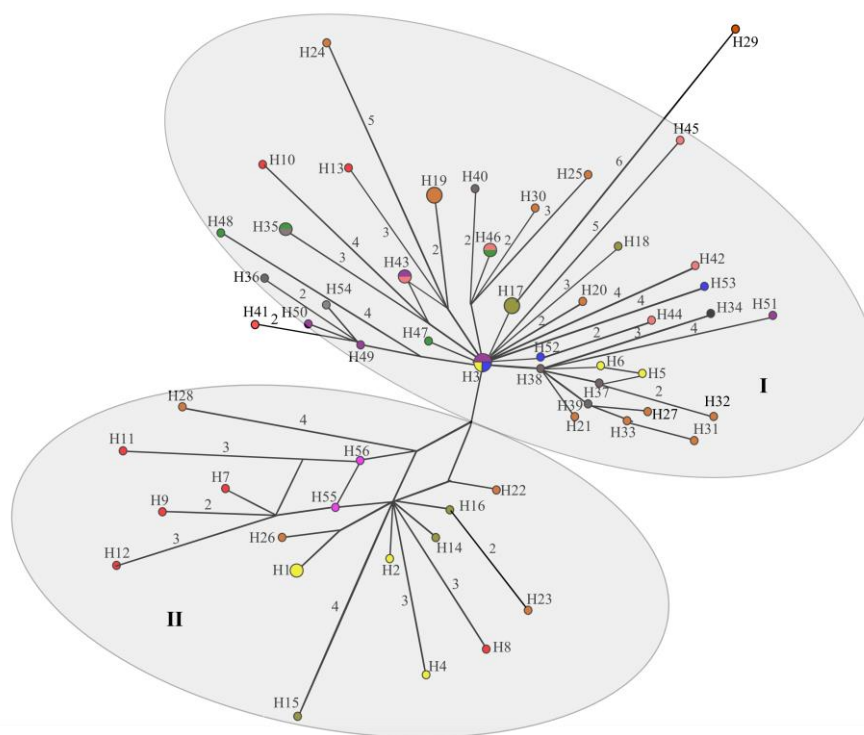


Рис. 2. Сеть гаплотипов ND1 фрагмента, выявленных в исследованных популяциях ряпушки. I и II – выделенные группы. Диаметр круга соответствует частоте гаплотипа. Длина отрезков, соединяющих гаплотипы, соответствует нуклеотидной замене в одном сайте (исключение – более длинные отрезки, количество сайтов с заменами в этом случае указано рядом).

Обозначения: желтый, красный, оранжевый, голубой, синий, черный, коричневый, розовый, зеленый, фиолетовый – исследованные популяции из рек: Печора («зельдь»), Печора («саурей»), Енисей, Пяси́на, Хатанга, Анабар, Лена, Индигирка, Колыма, Яна соответственно; серый – ряпушка из Тикси *C. sardinella* (данные взяты из NCBI KT267306); темно-розовый – ряпушки Европы *C. albula* (данные взяты из NCBI: KX457961, KT254046).

Наибольшие значения p -дистанции внутри групп были отмечены в следующих выборках: форма «саурей» р. Печоры – 0,44%, р. Енисей – 0,39% и р. Колыма – 0,33%. Межпопуляционная изменчивость исследованных ряпушек также оказалась невысокой. Так, уровень дифференциации между ряпушкой из р. Анабар и ряпушкой из р. Печоры («саурей») оказался самым высоким и составил 0,57%, в то время как самый низкий показатель p -дистанции – 0,16% зафиксирован между ряпушкой из р. Яна и ряпушкой из губы Буор-Хая (близ г. Тикси). При этом уровень дифференциации между ряпушкой и сигом (*C. lavaretus*) по ND1 фрагменту составил 2,2%.

Обширный спектр данных свидетельствует о сибирском центре происхождения сиговых рыб, в том числе и ряпушки (Smith, 1957; Решетников, 1980, 1995; Politov et al., 2004; Боровикова, 2009). До последнего оледенения ряпушка постепенно расселялась из Сибири в Европу, при этом по мере продвижения ее на запад возникали новые гаплотипы. На формирование современной генетической структуры популяций ряпушки Сибири и Европы существенное влияние оказали приледниковые рефугиумы, где она переживала неблагоприятные условия оледенения и из которых впоследствии происходило ее дальнейшее расселение. По данным Кудерского (1977) существовало два рефугиума – западный и восточный. В другой работе (Боровикова, Махров, 2012) высказано предположение о наличии третьего рефугиума в районе современного водораздела Балтийского, Белого и Каспийского морей.

Несмотря на большое разнообразие морфологических признаков ряпушек, дифференциация между гаплотипами внутри и между популяциями низкая, что подтверждается значениями показателя p -дистанции – все они не превышают внутривидового уровня. Данный факт подтверждает гипотезу о существовании одного вида ряпушки на территории России, которая была высказана рядом исследователей еще в прошлом веке (Покровский 1967; Дрягин и др., 1969). Наблюдаемая в настоящее время картина генетического полиморфизма в популяциях ряпушки Европы и Сибири во многом связана с особенностями расселения вида с востока на запад.

Автор признателен за помощь в обсуждении и составлении материала Е.А. Боровиковой и Н.О. Яблокову, а также за помощь в сборе полевого материала А.В. Боровскому, В.А. Заделенову, Е. Бурмистрову, а также сотрудникам Красноярского филиала «ВНИРО» («НИИЭРВ»).

Список литературы

Атлас пресноводных рыб России. 2003. / Под ред. Ю.С. Решетникова. В 2-х томах. М.: Наука. Т. 1. 379 с.

Боровикова Е.А. 2009. Филогеография ряпушек *Coregonus albula* (L.) и *C. sardinella* (Valenciennes) Европейского Севера России. Автореф. дис. канд. биол. наук. М.: РУДН, 24 с.

Боровикова Е.А., Махров А.А. 2012. Изучение популяций переходной зоны между европейской и сибирской ряпушками (*Coregonus*): роль среды обитания в видообразовании. Принципы экологии 1(4), 5-20.

Боровикова Е.А., Романов В.И., Никулина Ю.С. 2016. Морфологические и генетические особенности ряпушки (*Coregonidae*: *Coregonus* sp.) оз. Собачье (плато Путорана). Экологическая генетика т. XVI (3), 47-55.

Дрягин П.А., Пирожников П.Л., Покровский В.В. 1969. Полиморфизм сиговых рыб (*Coregoninae*) и его биологическое и рыбохозяйственное значение. Вопросы ихтиологии 9 (1), 14-25.

Кудерский Л.А. 1977. О путях проникновения сибирской ряпушки в водоемы Балтийского и Каспийского бассейнов. Изв. ГосНИОРХ 111, 54-62.

Никулина Ю.С., Боровикова Е.А., Будин Ю.В. 2018. Морфологическая дифференциация речных и озерных популяций ряпушек (р. *Coregonus*) бассейнов морей Карского и Лаптевых. Ученые записки РГГМУ 51, 162-175.

Новоселов А.П. 2000. Современное состояние рыбной части сообществ в водоемах Европейского Северо-Востока России. Автореф. дис. д-ра биол. наук. Архангельск: Сев. отделение ПИНРО, 50 с.

Покровский В.В. 1967. О морфологических особенностях, происхождении и географическом распространении беломорской ряпушки *Coregonus sardinella maris-albi* Berg. Известия ГосНИОРХ 62, 100-114.

Решетников Ю.С. 1980. Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука, 300 с.

Решетников Ю.С. 1995. Современные проблемы изучения сиговых рыб. Вопросы ихтиологии 35(2), 156-174.

Романов В. И., Заделёнов В.А., Никулина Ю.С., Поляева К.В. 2016. Морфология и паразитология ряпушки озера Собачьего (плато Путорана). Вестник НГАУ 1(38), 69-77.

Сендек Д.С. 1998. О видовой принадлежности ряпушки, обитающей в реке Печоре. Сборник трудов ГосНИОРХ Т. 323, 191-198.

Сендек Д.С., Новоселов А.П., Бознак Э.И. 2016. Генетическая дифференциация сиговых рыб в р. Печоре. Сибирский экологический журнал (2), 194-201.

Соловкина Л.Н. 1974. Ряпушка *Coregonus albula sardinella* (Val.) бассейна Печоры. Вопросы ихтиологии 14(5), 769-781.

Туманов М.Д. 2010. Морфоэкологическая характеристика рыб нижнего течения р. Усы в условиях техногенного загрязнения (на примере сиговых, *Coregonus*). Автореф. дис. канд. биол. наук. Томск: ТГУ, 24 с.

Устюгов А.Ф. 1972. Эколого-морфологическая характеристика сибирской ряпушки

Coregonus albula sardinella (Valenciennis) бассейна реки Енисей. Вопросы ихтиологии. 12(5), 811–825.

Politov D.V., Bickham J.W., Patton J.C. 2004. Molecular phylogeography of Palearctic and Nearctic ciscoes. *Annales Zool. Fennici* 41, 13-23.

Sendek D.S. 2002. Electrophoretic studies of Coregonid fishes from across Russia. *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. (Biology and Management of Coregonid Fishes-1999.)* Stuttgart: Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele u. Obermiller) v.57, 35-55.

Smith S.H. 1957. Evolution and distribution of the Coregonids. *J. Fisheries Research Board of Canada* 14, 599-604.

Межгодовая динамика скопления дальневосточного трепанга в пласте анфельции б. Перевозная

А.А. Новожилов

ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», г. Владивосток
e-mail: antohanovo96@gmail.com

Ключевые слова: трепанг, анфельция, молодь, динамика.

Аннотация: Изучена динамика скопления молоди трепанга дальневосточного на поле анфельции бухты Перевозная в период 2015-2017 г.г. Было подсчитано количество особей на участке, средняя биомасса, количество особей трепанга в 1 кг анфельции, была представлена массо-размерная структура скопления молоди трепанга.

Дальневосточный трепанг (*Apostichopus japonicus*) издавна является объектом промысла и пользуется большим спросом в странах АТР.

В настоящее время имеется множество работ о распространении, биологии и запасах этого объекта, однако сведений о локальных скоплениях и численности его молоди на полях анфельции мало (Левин, 2000).

Известно, что поля анфельции являются своего рода инкубатором молоди трепанга (Левин, 2000). Переплетенные дерновины, имеющие огромную относительную поверхность - около 15 м²/кг сырой массы - создают малькам надежное укрытие, а осажженная в них взвесь служит им пищей. Тем не менее наиболее плотные поселения молоди трепанга были отмечены лишь на небольших локальных участках, приуроченных к периферийным зонам полей, тогда как на обширных площадях численность голотурий была весьма невысока (Жильцова, 2002).

Наличие трепанга на полях анфельции в разные годы отмечали Микулич (1960), Брегман (1971), Богданова (1973), Надточий, Кобликов (1981) и др. Тем не менее, данные о пространственном распределении и численности молоди в пластах этой водоросли носили лишь фрагментарный характер. Необходимость учета этих показателей была обусловлена разработкой комплексной рациональной эксплуатации запасов анфельции (Жильцова, 2002).

Цель данной работы - оценка динамики основных характеристик скопления молоди дальневосточного трепанга на поле анфельции б.Перевозной в период 2015-2017 г.г.

Задачи:

1. Охарактеризовать распределение скопления молоди трепанга на поле анфельции в 2015-2017 г.г.
2. Выявить сходство и различия в распределении
3. Оценить в динамике основные характеристики скопления молоди трепанга на поле анфельции б.Перевозной
4. Определить проблемы сохранения локального скопления молоди трепанга на поле анфельции б.Перевозной в условиях возрастания антропогенного пресса на акваторию бухты
5. Оценить возможности использования полученных результатов в области аквакультуры

Материал и методика исследований. Исследования выполнялись по стандартной сетке разрезов и станций (разработаны в «ТИНРО-Центре»). Расстояние между станциями в бухте Перевозная- 2 кбт. При картировании поля анфельции и участка локализации молоди трепанга использовали навигационную карту масштаба 1:50000.

На каждой станции визуально оценивали процент проективного покрытия дна анфельцией, промеряли толщину пласта и отбирали пробу с рамки 0,25 м² для количественного и качественного анализа. Подсчитывали количество молодых голотурий

массой более 2 г (определяли с точностью до 0,5 г), приходящихся на рамку и на 1 кг анфельции.

Более мелкие особи не учитывались. Мальков после подсчета и взвешивания выпускали в море для дальнейшего роста.

Результаты исследования. В бухте Перевозной большие площади дна заняты анфельцией тобучинской и зостерой морской. Поле анфельции располагается на илисто-песчаных грунтах на глубинах 5-18 м и представляет собой монодоминантное сообщество, в котором биомасса анфельции составляет 80-90% от общей биомассы. Пояс зостеры произрастает вдоль берега и препятствует выносу анфельции на берег. В пласте анфельции отмечается большое количество (от 10 до 20%) гидробионтов, принадлежащих к различным таксономическим группам. Предметом нашего интереса являлся трепанг дальневосточный.

Представители этого вида образовывали локальное скопление, расположенное в периферийной части поля у мыса Стенина на глубинах от 4 до 10 м. Формирование плотного скопления молоди трепанга на поле анфельции бухты Перевозной обусловлено комплексом условий: наличием круговорота водных масс в этом районе; обилие пищи для мальков; огромной относительной поверхностью для оседания личинок и наличием надежных укрытий от хищников. На других участках поля трепанг встречался единично, либо не попадался вообще.

Пласт анфельции представляет конгломерат, состоящий из множества переплетенных между собой талломов. Удерживается он в толще воды за счет сцепления отдельных веточек и собственного веса. Под воздействием гидродинамических волнений пласт находится в постоянном движении, а после штормов наблюдаются значительные изменения площади и плотности. В таблице 1 кроме основных характеристик скопления молоди трепанга представлены среднегодовые значения площадей и плотности поля анфельции.

Так, в 2017 году площадь поля была максимальна и составляла 622 га, а плотность анфельции – 3,9 кг/м². Поле было как бы растянутым по бухте. В 2016 году поле было более сжато: площадь составляла 385 га при среднем значении плотности анфельции 5,6 кг/м².

Участок локализации молоди трепанга, находящийся в пласте, также изменяется под воздействием волнений как в течение года, так и в межгодовом аспекте. Значительно изменяются площади и конфигурация участка (рис. 1). На рис.1 видно, что существует область перекрытия (заштрихованная область на участке), общая для всех исследуемых лет, которую можно обозначить как «ядро», вокруг которого локализуется трепанг.

Как видно из табл. 1, средний вес одной особи трепанга в межгодовом аспекте изменяется незначительно.

Таблица 1. Основные характеристики скопления молоди трепанга на поле анфельции в б. Перевозной в период 2015-2017 гг.

| Год | S участка локализации, га | S поля анфельции, га | Средняя биомасса анфельции с 1 м ² , кг/м ² | Количество особей трепанга в 1 кг анфельции, экз/кг | Количество молоди трепанга на участке, экз. | Средний вес тела 1 особи трепанга г. |
|------|---------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|
| 2015 | 120 | 457 | 4,0 | 5,5 | 23 760 000 | 10,5 |
| 2016 | 114 | 385 | 5,6 | 7,4 | 42 517 440 | 11,0 |
| 2017 | 151 | 622 | 3,9 | 6,0 | 31 800 600 | 10,8 |

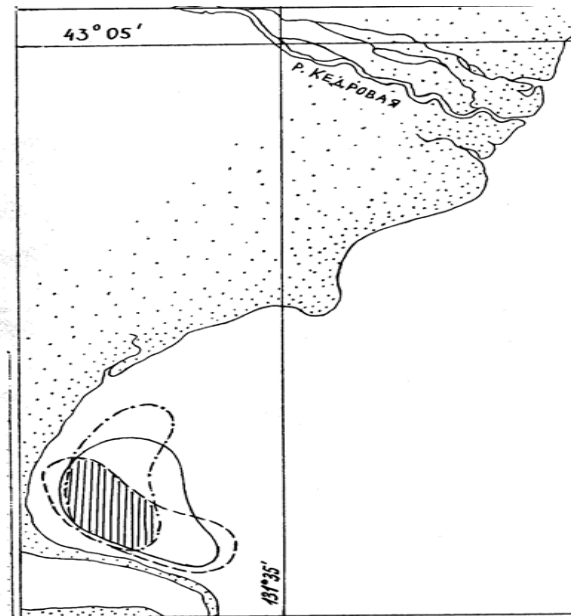


Рис. 1. Динамика скопления молоди дальневосточного трепанга на поле анфельции в б. Перевозная в период 2015 – 2017 г. г. Обозначения:
 - ····· - 2015 год; - - - - - 2016 год; - - - - - 2017 год

Численность молоди трепанга на участке рассчитывали по формуле (1), зависит она от площади участка локализации, плотности анфельции и плотности трепанга в 1 кг анфельции.

$$N \text{ в 2015 году: } N = 5,5 * \frac{(1\,200\,000 * 4,0 * 90)}{100} = 23\,760\,000 \text{ экз.}$$

$$N \text{ в 2016 году: } N = 7,4 * \frac{(1\,140\,000 * 5,6 * 90)}{100} = 42\,517\,440 \text{ экз.}$$

$$N \text{ в 2017 году: } N = 6,0 * \frac{(1\,510\,000 * 3,9 * 90)}{100} = 31\,800\,600 \text{ экз.}$$

Разность в количестве экземпляров связана с климатическими условиями, питанием молоди трепанга и другими факторами.

Под влиянием гидродинамики вод площадь поля анфельции изменяется, изменяется и площадь участка локализации (за счет сжатия или растяжения поля), но «ядро» участка локализации остаётся стабильным из года в год, не меняет своего расположения, так как его границы определяются наличием круговорота водных масс на этом участке поля анфельции. Так в 2015 году эта площадь составляла 120 га – это 26,3% от всей площади поля, в 2016 году – 114 га – это 29,6% от всей площади поля, а в 2017 году она составляла 151 га – это 35,7%. По моему мнению на площадь участка локализации молоди трепанга на анфельции в большей степени влияют сгонно-нагонные ветра и шторма.

В течение 3-х лет наблюдалось не значительное изменение плотности анфельции. Так в 2015 году она составила 4,0 кг/м², в 2016 году наблюдалась наибольшая плотность 5,6 кг/м², а в 2017 году плотность была самой наименьшей 3,9 кг/м².

Количество особей трепанга в 1 кг анфельции зависело от плотности анфельции на участке: 2015 году количество составило 5,5 экз/кг, в 2016 году – 7,4 экз/кг, а в 2017 году – 6,0 экз/кг.

Менее всего изменялся средний вес 1 особи молоди трепанга и составил: в 2015 году – 10,5 г, в 2016 году 11,0 г, в 2017 году 10,8 г.

В скоплении молоди в разные годы доминировали размерные классы от 10 до 20 г от 34 до 38 (%) и от 5 до 10 г 22 до 29 (%) (рис. 2). Из рис. 2. видно, в 2016 г. наблюдалось хорошее пополнение и высокая выживаемость молоди в группе от 5 до 30 г. что Большая доля мальков с массой от 5-20 г говорит о хорошем оседании личинок трепанга на этом участке. Относительно стабильная ситуация в течение 3-х лет в отношении размерного класса от 20 до 40 г отображает хорошую выживаемость этой группы животных. Доля

особей с массой свыше 40 г была мала и составляла 3%. Здесь нельзя уже исключать человеческий фактор, так такой жизнеспособный трепанг отбирается браконьерами с полей анфельции для расселения на удобные для них участки.

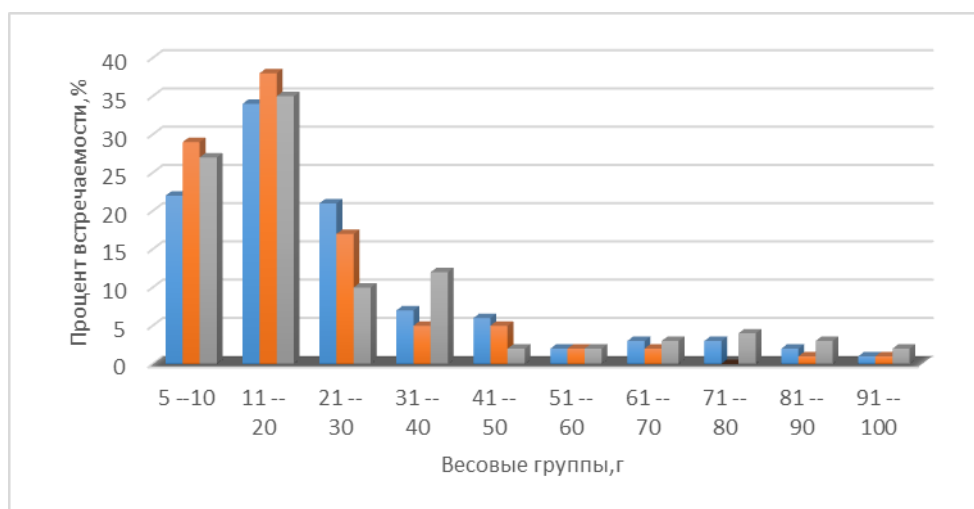


Рис. 2. Массо-размерная структура скопления молоди дальневосточного трепанга на участке локализации в б.Перевозная в 2015-2017 г.г. ■-2015 год, ■-2016 год, ■-2017 год

Выводы. 1. Количество особей трепанга в 1 кг анфельции зависит от плотности анфельции на участке: в 2015 году количество молоди в 1 кг анфельции составило 5,5 экз/кг, в 2016 году – 7,4 экз/кг, а в 2017 году – 6,0 экз/кг.

2. Площадь участка локализации изменяется за счет сжатия или растяжения поля под воздействием гидродинамических нагрузок: в 2015 году составляла 120 га – 26,3% от всей площади поля; в 2016 году – 114 га – 29,6%; в 2017 году 151 га – 35,7%.

3. Плотность молоди трепанга на участке локализации зависит от плотности (рыхлости) пласта.

4. Средний вес особей изменялся незначительно: в 2015 году – 10,5 г, в 2016 году 11,0 г, в 2017 году 10,8 г.

5. В скоплении доминируют особи от 5 до 40 г.

6. Численность молоди трепанга на участке локализации составляла: в 2015 г. – 23,76 млн. экз., 2016 – 42,5 млн. экз., 2017 – 31,8 млн. экз.

7. Рациональный подход к проблеме сохранения молоди трепанга на анфельции позволит реально увеличить его численность в заливе Петра Великого.

Список источников

Левин В.С. 2000. Дальневосточный трепанг. С.-Пб.: Голанд, 199 с.

Лавин П.И., Чернышев В.Д. 1977. Расчеты скорости фотосинтеза морской промысловой водоросли *Ahnfeltia tobuchiensis*. II Оперативные информационные материалы. Иркутск.

Микулич Л.В. 1960. Распределение и состояние запасов моллюсков, трепанга, травяного шримса и некоторых других промысловых объектов в заливе Петра Великого: отчет о НИР. ТИНРО 7097. Владивосток.

Брегман Ю.Э. 1971. Рост трепанга (*Apostichopus japonicus*) в заливе Петра Великого. Зоол. ж. 50(6), 839-845.

Богданова Л.Г. 1973. Растительные сообщества бухты Маньчжур. Исследования по биологии рыб и промысловой океанографии. Владивосток: ТИНРО.

Надточий В.А., Кобликов В.Н. 1981. Материалы по донной фауне прибрежья Амурского залива: отчёт о НИР. ТИНРО, № 17965. Владивосток. 21 с.

Жильцова Л.В., Дзизюров В.Д., Кулепанов В.Н. 2002. Распределение молоди дальневосточного трепанга в заливе Петра Великого. Изв. ТИНРО 131, 321-326.

О зараженности тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) оз. Тунайча и зал. Терпения в 2019 г. (юго-восточный Сахалин)

С.В. Новокрещенных, А.В. Полтева

Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»), г. Южно-Сахалинск
e-mail: s.novokreshennyh@sakhniro.ru

Ключевые слова: тихоокеанская сельдь, *Clupea pallasii*, паразитарная зараженность, *Brachyphalus crenatus*, *Anisakis* sp., экстенсивность инвазии, индекс обилия, амплитуда интенсивности, оз. Тунайча, зал. Терпения, о. Сахалин.

Аннотация: Приведены результаты изучения паразитофауны тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*), выловленной в оз. Тунайча и зал. Терпения в 2019 году. В полости тела и мышцах как озерной сельди, так и сельди из залива были обнаружены личинки *Anisakis* sp. (класс Nematoda). Пищеварительный тракт рыб из оз. Тунайча инвазировали *Brachyphalus crenatus* (класс Trematoda) и *Anisakis* sp.l. У сельди из залива паразиты в пищеварительном тракте обнаружены не были.

В настоящее время тихоокеанскую сельдь, в том числе обитающую в водах у о. Сахалин, делят на три экологические формы – морскую, прибрежную и озерно-лагунную, отличающиеся друг от друга сроками нереста, зимовки, протяженностью миграции (Науменко, 2001; Трофимов, 2005).

Сельдь оз. Тунайча относится к озерной форме, составляет небольшое стадо, которое размножается и зимует в водоеме, нереститься начинает с освобождением акватории озера ото льда в мае, заканчивает нерест в конце июня (Пробатов, Фролов, 1951, 1958). После нереста сельдь уходит в море и в течение всего лета нагуливается в зал. Мордвинова и прилегающих акваториях. В конце сентября, октябре вновь возвращается в озеро на зимовку (Водная биота ..., 2016).

К прибрежной форме можно отнести сельдь зал. Терпения. К берегам юго-восточного Сахалина сельдь начинает подходить во второй-третьей декадах мая, по мере освобождения морского побережья ото льда. К началу мая сельдь перемещается из районов зимовки на юго-запад зал. Терпения, затем идет к нерестилищам. После нереста, в июле, сельдь смещается в залив, где формирует нагульные скопления (Фролов, 1968; Ким Сен Ток, 2011).

Первые сведения о паразитофауне сельди тихоокеанской Дальнего Востока были получены Ляйманом (1930) в ходе исследований рыб зал. Петра Великого. В список обнаруженных паразитов вошли четыре вида. В 60-х годах прошлого века Жуковым (1960) и Стрелковым (1960) список паразитов сельди был дополнен еще 7 видами. В настоящее время фауна паразитов тихоокеанской сельди насчитывает 27 видов (Асеева, Мотора, Лобода, 2013).

Работ посвященных, паразитам тихоокеанской сельди Охотского моря, обитающей у берегов о.Сахалин, немного. Основное внимание в них уделено личинкам нематод *Anisakis* sp. (Пушникова, Пушников, 1981; Пушникова, Рыбникова, 2010, 2013). Опубликован ряд данных по зараженности анизакисами полости тела сельди оз. Тунайча и зал. Терпения (Рыбникова, Мартышко, 2007; Рыбникова, Пушникова, Швецова, 2009). Зараженность личинками *Anisakis* sp. мышц и внутренних органов сельди этих районов в литературе не описана. По данным Фролова (2008) гельминтофауна тихоокеанской сельди оз.Тунайча состоит из паразитов морского происхождения и включает два вида личинок нематод: *Anisakis* sp., *H. aduncum*, а также акантелл *C. strumosum*.

Цель настоящей работы - описать паразитофауну и определить показатели зараженности прибрежной и озерной тихоокеанской сельди, выловленной в водах юго-восточного Сахалина в 2019 г.

Объектом исследований в 2019 г. служила тихоокеанская сельдь, добытая в периоды зимовки (оз. Тунайча) и нерестовой миграции в зал. Терпения (рис. 1).

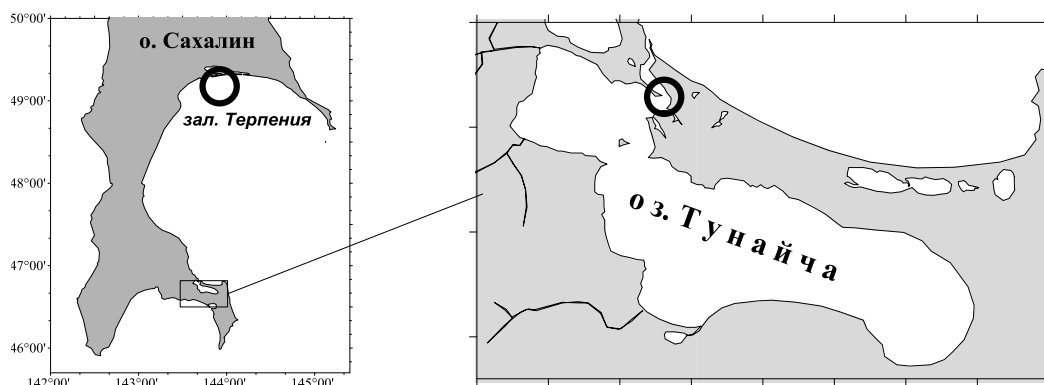


Рис. 1. Районы вылова сельди для исследований.

Размеры выборки, данные биоанализа исследованной сельди приведены в таб. 1.

Таблица 1. Некоторые биологические показатели тихоокеанской сельди, выловленной у юго-восточного Сахалина в 2019 г.

| Район вылова | Дата вылова | Кол-во исслед. рыб, экз. | Стадия зрелости гонад | Масса тела, г | Длина АС, см |
|---------------|--------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| оз. Тунайча | 7-10.02.2019 | (56♂, 50♀) | III,IV | <u>20-175</u>
87,5±3,03 | <u>12,6-25,8</u>
20,9±0,29 |
| зал. Терпения | 5.05.2019 | (33♂, 18♀) | IV,V,VI | <u>130-290</u>
193,6±5,5 | <u>23,1-29,1</u>
26,3±0,20 |

Примечание: числитель – min и max значения, знаменатель – среднее значение.

Паразитологический анализ собранной для исследований сельди проводили в соответствии с общепринятыми методиками (Скрябин, 1928; Быховская-Павловская, 1985), используя методы полного и неполного вскрытия. Объем выполненных исследований представлен в таб. 2.

Таблица 2. Объем паразитологических исследований тихоокеанской сельди в 2019 г.

| Район вылова | Дата вылова | Вид паразитологического исследования (вскрытия) | |
|---------------|-------------|-------------------------------------------------|-------------|
| | | Полное * | Неполное ** |
| оз. Тунайча | 7.02.2019 | — | 65 |
| | 10.02.2019 | 41 | — |
| зал. Терпения | 5.05.2019 | 51 | — |

Примечание: * осмотр полости, внутренних органов и мышечной ткани, ** осмотр мышечной ткани

Для оценки уровня инвазии рассчитывали показатели паразитарной зараженности – экстенсивность инвазии (ЭИ, %), индекс обилия (ИО) и амплитуду инвазии (АИ, шт).

По результатам проведенных исследований у тихоокеанской сельди оз. Тунайча, выловленной в феврале 2019 г. в период зимовки, в полости тела, мышцах и органах пищеварительного тракта были обнаружены личинки нематод *Anisakis* sp. Экстенсивность инвазии полости тела составила 73,1% (табл. 3). Количество анизакисов в полости тела варьировалось в диапазоне от 2 до 29 штук на одну особь. В мышцах личинки нематод *Anisakis* sp., встречались реже – экстенсивность инвазии не превышала 47,1%, при амплитуде интенсивности 1-5 шт.

Таблица 3. Показатели зараженности полости тела и мышечной ткани личинками *Anisakis* sp. тихоокеанской сельди оз. Тунайча в феврале 2019 г.

| Дата вылова | Полость тела | | | Мышцы* | | |
|-------------|--------------|---------------|---------|--------|-----------|---------|
| | ЭИ,% | ИО | АИ, шт. | ЭИ,% | ИО | АИ, шт. |
| 7.02.2019 | - | - | - | | | |
| 10.02.2019 | 7
3,1 | 7,
14±1,12 | 2-29 | 47,1 | 0,72±0,09 | 1-5 |

Примечание: *показатели зараженности рассчитаны по двум выборкам.

При исследовании органов пищеварительного тракта озерной сельди в 2019 г. наряду с личинками нематод *Anisakis* sp. были выявлены представители класса трематод *Brachyphalus crenatus*, входящие в общий список паразитов тихоокеанской сельди, но ранее не отмечавшиеся у сельди из озера (Водная биота ..., 2016).

Анизакисы паразитировали в желудке и кишечнике у 7,3% исследованных рыб (индекс обилия 0,09±0,05, амплитуда инвазии 1-2 шт). *Brachyphalus crenatus* были обнаружены только в желудках у двух рыб (табл. 4).

Таблица 4. Показатели зараженности органов пищеварения тихоокеанской сельди оз. Тунайча в феврале 2019 г.

| <i>Anisakis</i> sp. 1. | | | <i>Brachyphalus crenatus</i> | | |
|------------------------|-----------|---------|------------------------------|-----------|---------|
| ЭИ,% | ИО | АИ, шт. | ЭИ, % | ИО | АИ, шт. |
| 7,3 | 0,09±0,05 | 1-2 | 4,8 | 0,26±0,24 | 1,10 |

Сведений, полученных ранее о зараженности анизакисами зимующей озерной сельди в литературе нами не обнаружено, что не позволяет провести сравнительный анализ. В опубликованных источниках приведены данные о паразитировании личинок нематод в полости тела сельди в период нереста и перед зимовкой. Так, по данным Пушниковой и Пушникова (1981), собранным в 1977-1979 гг., при аналогичных размерах рыб экстенсивность инвазии полости тела личинками анизакид у нерестовой сельди в июне составляла 30,7%, в ноябре перед зимовкой – 34,7% при амплитуде интенсивности 1-10 и 1-5 шт. соответственно. В начале июня 1992 г., в период нереста экстенсивность инвазии полости тела у сельди была зафиксирована на уровне 65% при амплитуде интенсивности 1-12 шт., в середине июня возросшая до 95% при амплитуде 1-155 (Рыбникова, Мартышко, 2007).

У нерестовой тихоокеанской сельди, выловленной в начале мая в прибрежной зоне зал. Терпения гельминтов во внутренних органах обнаружено не было. В мышцах и полости тела паразитировали только личинки *Anisakis* sp. В полости тела анизакисы встречались у 94,1% исследованных рыб, в мышцах гораздо реже – у 5,9% (табл. 5). В мышцах личинки встречались единично, в полости тела их количество достигало 36 шт. на рыбу.

Таблица 5. Показатели зараженности полости тела и мышечной ткани личинками *Anisakis* sp. тихоокеанской сельди зал. Терпения в мае 2019 г.

| Полость тела | | | Мышцы | | |
|--------------|-----------|---------|-------|-----------|---------|
| ЭИ,% | ИО | АИ, шт. | ЭИ, % | ИО | АИ, шт. |
| 94,1 | 9,13±1,14 | 1-36 | 5,9 | 0,05±0,03 | 1 |

Ранее полученные данные свидетельствуют о существовании межгодовых колебаний численности полостных *Anisakis* sp. l. у нерестовой сельди в заливе. Так, экстенсивность инвазии анизакисами в конце 70-х годов прошлого века составляла 47% при индексе обилия 0,99 с амплитудой 1-8 шт., в начале 1980-х уровень инвазии снизился до 37,9%, индекс обилия увеличился до 2,8 при амплитуде 1-45. В начале 1990-х гг. у 95% рыб отмечалось паразитирование личинок нематод в полости тела в период нереста, индекс обилия возрос до 7,57, количество личинок в одной рыбе варьировалось от 2 до 33 (Рыбникова, Матросова, 2019). Наши данные о зараженности нерестовой сельди в заливе, сопоставимы с результатами 1990-х годов.

В целом, в результате проведенных в 2019 г. исследований получены данные о паразитофауне тихоокеанской сельди, выловленной в двух районах у юго-восточного Сахалина. Выявлено, что фауна паразитов сельди, зимующей в оз. Тунайча представлена двумя видами *Anisakis* sp. и *Brachyphalus crenatus*. У нерестовой сельди зал. Терпения обнаружены только *Anisakis* sp.

Авторы выражают благодарность Фролову Е.В. за помощь в видовом определении трематод.

Список литературы

- Асеева Н.Л., Мотора З.И., Лобода С.В. 2013. Паразитофауна тихоокеанской сельди северной части Охотского моря. Вопросы рыболовства. 1(53), 130-136.
- Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб. Руководство по изучению. М.: Изд-во «Наука», 121 с.
- Водная биота озера Тунайча (южный Сахалин) и условия ее существования. 2016. Южно-Сахалинск: Сахалинский-научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 240 с.
- Жуков Е.В. 1960. Эндопаразитические черви рыб Японского моря и Южно-Курильского мелководья. Паразитол. сб. ЗИН АС СССР, Т. 28, 3-146.
- Ким Сен Ток. 2011. Основные черты пространственного распределения и промысловые ресурсы массовых рыб сублиторальной зоны залива Терпения и юго-восточного побережья о. Сахалин. Вопросы рыболовства 12(4), 648-667.
- Ляйман Э.М. 1930. Паразитические черви рыб залива Петра Великого. Изв. Тихоокеан. науч.-промышленной ст. 3(6), 1-120.
- Науменко Н.И. 2001. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 334 с.
- Пробатов А.Н. Фролов А.И. 1951. Сельдь оз. Тоннай, Известия. ТИНРО 35, 97-104.
- Пробатов А.Н. Фролов А.И. 1958. К вопросу о происхождении сельди озера Тунайча (Тоннай). Учен. Зап. Ростовского-на-Дону гос. ун-та. 51(6), 33-35.
- Пушникова, Г.М., Пушников В.В. 1981. Зараженность сельди личинками нематод в водах Сахалина. Биология моря 5, 71-73.
- Пушникова Г.М., Рыбникова И.Г. 2010. Сезонная изменчивость зараженности тихоокеанской сельди личинками нематод в присахалинских водах. Научные труды Дальрыбвтуза 22, 81-86.
- Пушникова Г.М., Рыбникова И.Г. 2013. Изменение зараженности тихоокеанской сельди личинками нематод от нереста к нагулу. Научные труды Дальрыбвтуза 28, 16-20.

Рыбникова И.Г., Мартышко В.И. 2007. О зараженности тихоокеанской сельди *Clupea palassii* (Clupeiformes, Clupeidae) личинками *Anisakis simplex* (Nematoda: Ascaridata). Научные труды Дальрыбвтуза 19, 181-185.

Рыбникова И.Г., Матросова И.В. 2019. Использование паразита-индикатора *Anisakis simplex* в популяционных исследованиях тихоокеанской сельди *Clupea palassii* (Clupeiformes: Clupeidae) в присахалинских водах. Научные труды Дальрыбвтуза 2 (48), 17-24.

Рыбникова И.Г., Пушникова Г.М., Швецова Л.С. 2009. О зараженности тихоокеанской сельди личинками нематод. Научные труды Дальрыбвтуза 21, 3-8.

Скрябин К. И. 1928. Метод полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека. М.: Изд. 1-го МГУ, 45 с.

Стрелков Ю.А. 1960. Эктопаразитические черви морских рыб восточной Камчатки. Тр. ЗИН АС СССР 28, 147–196.

Трофимов И.К. 2005. Озерная форма сельди: ее происхождение и распределение. Известия ТИНРО 142, 64-81.

Фролов А.И. 1968. Распределение и условия обитания озерных сельдей в водах Сахалина. Изв. ТИНРО 65, 20–34.

Фролов Е.В. 2008. Плоские черви (Plathelminthes) промысловых рыб прибрежных вод южного Сахалина. Автореф. дис. канд. биол. наук. М.: ГНУ ВНИИП им. К.И. Скрябина РАСХН, 22 с.

Оценка пригодности морских рыб из диких популяций для нормирования качества воды

Е.В. Оганесова^{1,2}, Т.А. Самойлова², Н.А. Ериков²

¹МГУ им. М.В. Ломоносова, Биологический факультет, г. Москва

²ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

e-mail: toxic_fish@mail.ru

Ключевые слова: рыбы, биотестирование, *Pungitius pungitius*, *Atherina boyeri*, *Eleginus nawaga*, *Oreochromis mossambicus*, *Poecilia reticulata*, токсичность, ПДК, чувствительность.

Аннотация: представлены данные по сравнительной оценке чувствительности лабораторных и природных «диких» рыб в условиях хронического воздействия на разных стадиях развития.

Загрязнение морских вод наносит огромный вред рыбному хозяйству многих стран. Промышленные яды, попадая в водоем, нарушают состав вод, влияют на все этапы жизненного цикла рыб от оплодотворенной икры до половозрелых форм. Помимо непосредственного токсического действия на организменном уровне, ослабляя общую устойчивость, они вызывают массовые заболевания, уничтожают нагульные пастбища и нерестилища, ставя под угрозу целые популяции, портят товарные качества рыбы (Лукьяненко, 1967).

Экологический мониторинг морской среды предполагает совместный анализ состояния биотического и абиотического компонентов морской экосистемы. Биотестирование является одним из подходов к оценке биологических эффектов загрязнения морской среды, экспериментально оценивая качество среды по интегральным показателям на основе унифицированной экспериментальной оценки, основанной на регистрации биологических откликов тест-организмов на токсическое воздействие. В основе требований к тест-организмам лежит возможность системной оценки, разрешающая способность, адекватность реакций, экологическая значимость, оперативность, универсальность, технологичность и воспроизводимость результатов. Данные характеристики довольно подробно описаны Филенко (1989) и Черкашиным (2001).

Выявление максимально недействующих концентраций загрязняющих веществ для наиболее чувствительного звена лежит в основе разработки нормативов качества воды для водоемов рыбохозяйственного значения (ПДК р/х). Объемной характеристикой является экологическая значимость исследуемых показателей, т.е. насколько тест-функция, используемая в процессе тестирования, важна для экосистемы в целом и к каким последствиям могут привести ее изменения (Израэль, 1984).

В качестве тест-объектов применяют гидробионтов всех таксономических групп от бактерий до рыб, однако ни один из них не является универсальным, самым чувствительным ко всем веществам (Caigns, 1986; Филенко, 1989). Рыбы являются обязательным звеном при разработке рыбохозяйственных ПДК (Методические указания...). Использование рыб диких видов является благоприятным обстоятельством, повышающим экологический реализм оценки при условии, что это перспективные массовые, широко распространенные, легкодоступные тест-организмы, способные давать адекватный ответ в лабораторных условиях. Для рыбохозяйственных исследований желательно, чтобы выбранные виды были ценными промысловыми или кормовыми объектами.

Среди тест-функций, обладающих высокой разрешающей способностью, экологической значимостью, простотой регистрации и хорошей воспроизводимостью, при

биотестировании успешно используются такие показатели, как выживаемость на разных стадиях развития, скорость роста особей, плодовитость и т.д..

Выбор подходящих тест-организмов среди морских рыб представляет непростую задачу по ряду причин, среди которых трудности получения однородной выборки, сложностей адаптации рыб к условиям лабораторного содержания, зараженность паразитами, что затрудняет оценку полученных данных по токсичности веществ (Оганесова и др., 2018). Кроме того, недостаточно фактических данных для сопоставления чувствительности рыб из природных популяций и из лабораторной культуры.

Целью настоящей работы было сравнить чувствительность нескольких видов рыб на разных стадиях развития, из лабораторных и природных популяций по различным показателям и, на основании данных, полученных при разработке ПДК морских вод для веществ разной химической природы.

Для исследований из природных популяций были отловлены следующие виды рыб: колюшка девятиглая *Pungitius pungitius* (Linnaeus, 1758), атерина черноморская *Atherina boyeri* (Risso, 1810) и беломорская навага *Eleginus nawaga* (Walbaum, 1792) которые сравнивали с тилапией мозамбикской *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852) и гуппи (*Poecilia reticulata* Peters, 1859), полученными в условиях лаборатории и адаптированными к морской воде.

Для каждого вида в ходе исследований были установлены величины недействующих концентраций (NOEC) для веществ, исследуемых в рамках разработок нормативов для морской среды. Сравнение NOEC проводили по данным, полученным в хроническом опыте длительностью 30 сут на гуппи, колюшке, атерине и тилапии, а также сравнивали с результатами, полученными на икре наваги. Данные по исследованиям влияния токсикантов на ранние стадии развития наваги в ходе совместной работы получены в ФГБОУ ВО «Петрозаводском государственном университете». В ходе исследований оценивали следующие параметры: выживаемость, плодовитость, рост и жизнеспособность молоди, гистологические и гематологические показатели; при исследовании ранних стадий развития изучали выклев, выживаемость эмбрионов и личинок, нарушения развития. В рамках разработки нормативов качества воды для водоемов рыбохозяйственного значения (ПДК) проанализировано влияние 12 веществ различной химической природы, в том числе растворители группы хинолинов и компоненты диспергентов нового поколения.

В рамках настоящего исследования наибольшее количество данных получено на гуппи (исследованы все 12 веществ) и наваге (исследованы 11 веществ из 12). Гуппи оказались наиболее чувствительными (по NOEC) для 10 веществ, навага – для 2 веществ. Однако, при определении недействующих концентраций для этих видов использовали результаты тестов разного типа: исследование полного жизненного цикла для гуппи и исследование ранних стадий развития – для наваги. Несмотря на то, что тесты на ранних стадиях развития считаются в мировой практике нормирования качества воды достаточно высокочувствительными и при продолжительном периоде развития эквивалентными полноценным хроническим тестам, существуют систематические обзоры исследований, показывающие, что часто ранние стадии развития рыб оказываются менее чувствительными к токсикантам, чем взрослые особи (Suter et al., 1987). Рассматриваемые нами данные также согласуются с этим положением.

На колюшке были исследованы 4 вещества, на атерине – 3 и на тилапии – 2. Среди этих видов рыб атерина ни разу не проявила себя как лимитирующий вид рыб, а колюшка и тилапия были лимитирующими по 1 веществу каждая. Небольшой объем данных не позволяет провести полноценную сравнительную оценку чувствительности этих видов. Соотношение NOEC исследованных видов показано на рис. 1. По сравнению с гуппи чувствительность других видов была в ряде случаев выше, в других – ниже. Если сравнивать гуппи и «дикие» виды, то в целом NOEC гуппи были ниже – от 0,01 до 10 мг/л, с медианой 0,75 мг/л, тогда как для «диких» видов – от 0,05 до 1250 мг/л, с медианой 7,0 мг/л. Однако, если рассматривать только полные хронические тесты (исключив навагу), то «дикие» виды оказываются близки к гуппи – NOEC от 0,1 до 25 мг/л, с медианой 1,0 мг/л, т.е. различие в

чувствительности связано с типом теста (тест на ранних стадиях развития или тест полного жизненного цикла).

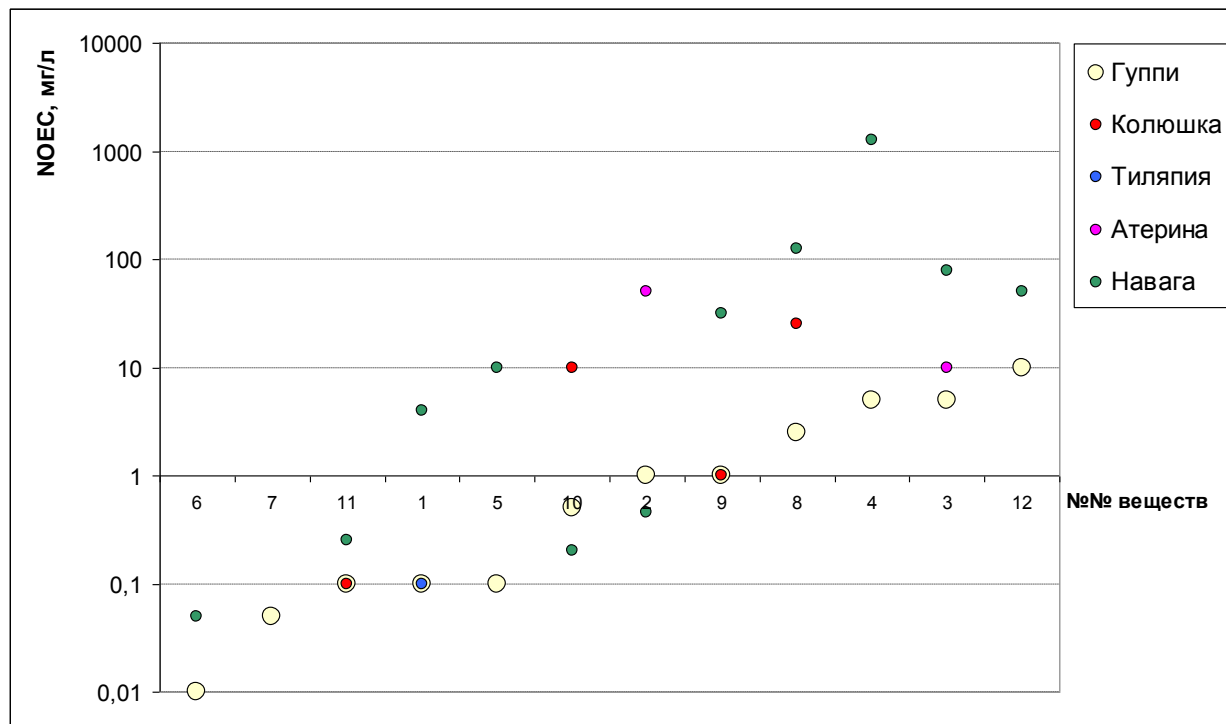


Рис. 1. Сравнительная чувствительность видов рыб к токсикантам (обозначены условными номерами) по величине NOEC

Величина эффекта (отклонения от контроля) в недействующих концентрациях токсикантов (NOEC) составила от 0 до 30%, с медианой 6% и средним 8,7%. Как правило, максимально допустимые концентрации токсикантов соотносятся с достаточно высокими уровнями эффекта: 12-42% для разных показателей по данным Suter et al. (1987). Относительно небольшие величины эффекта в настоящем исследовании объясняются, очевидно, существующей в российской практике нормирования качества воды традицией устанавливать максимально допустимую концентрацию не только на основе статистических тестов, но и с учетом величины биологического порога токсического эффекта в 10%. В мировой практике такой подход считается желательным (Suter et al., 1987; Report of the OECD Workshop..., 2002), хотя вопрос о величине порога остается открытым. По мнению разных исследователей, он составляет от 5 до 25% для различных показателей и тест-систем (Bruce and Versteeg, 1992; Report of the OECD Workshop..., 2002).

В настоящем исследовании для тестов на ранних стадиях развития (навага) величина эффекта в максимально допустимой концентрации была даже меньше 10%: от 0 до 7%. Это связано с тем, что в этих тестах применяли статистические тесты с фи-преобразованием данных. По мнению ряда специалистов, применение фи-преобразования при малых объемах выборок и малых значениях долей приводит к ложной чувствительности (мощности) соответствующих критериев и ложным выводам о значимости различий (Хромов-Борисов и др., 2004; Гржибовский, 2008; Мастицкий, Шитиков, 2015).

Величины ЛК₁₀ для хронических тестов на гуппи и «диких» видах (исключая навагу) показывают тенденцию, аналогичную NOEC: чувствительность «диких» видов может быть как выше, так и ниже, чем чувствительность гуппи, при этом разброс величин ЛК₁₀ может достигать 2 порядков, как и по величинам NOEC (рис. 2). Однако имеющихся данных по «диким» видам недостаточно для обоснованного заключения о сравнительной чувствительности этих видов.

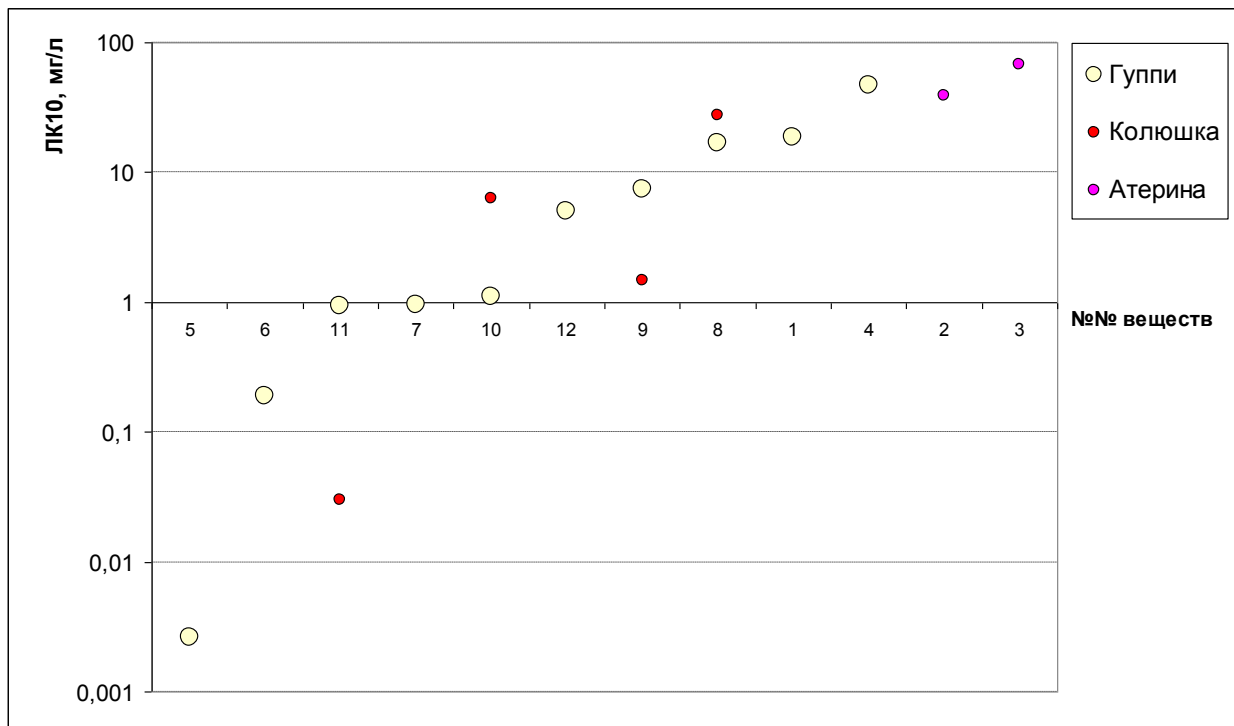


Рис. 2. Сравнительная чувствительность видов рыб к токсикантам (обозначены условными номерами) по величине ЛК₁₀

Таким образом, морская лабораторная культура гуппи *Poecilia reticulata* представляется хорошей моделью для исследования полного жизненного цикла рыб, поскольку обладает достаточно высокой чувствительностью и требует меньших затрат на содержание и получение рыб по сравнению с рыбами из природных популяций. «Дикие» рыбы, как правило, практически не размножаются в лабораторных условиях, заражены паразитами и вызывают трудности с доступностью в течение всего года. Кроме того, в лабораторной культуре возможно получать для эксперимента более однородную по возрасту выборку здоровых особей.

Относительно краткосрочные тесты на ранних стадиях развития (навага) не являются полноценной заменой хронических тестов с исследованием жизненного цикла. Целью освоения новых видов рыб в качестве тест-организмов при нормировании качества воды должна стать разработка методики биотестирования достаточной длительности, чтобы охватить жизненный цикл вида, либо такой длительности, когда эффект токсиканта достигнет асимптоты (Suter et al., 1987).

Список литературы

Гржибовский А.М. 2008. Доверительные интервалы для частот и долей // Экология человека. № 5.

Израэль Ю.А. 1984. Экология и контроль состояния природной среды. М.: Изд-во «Гидрометеиздат», 560 с.

Лукияненко В.И. 1967. Токсикология рыб. М: изд-во «Пищевая промышленность», 216 с.

Мастицкий С.Э., Шитиков В.К. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R. ДМК-Пресс, 2015.

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», утв. приказом Росрыболовства № 695 от 04.08.2009 г.

Оганесова Е.В., Павлов А.Д., Саидов Д.М., Медянкина М.В. 2018. Поиск новых видов морских тест-объектов в целях совершенствования методологии разработки ПДК вредных веществ для воды водных объектов рыбохозяйственного значения. Всероссийская научная конференция с международным участием «ЗАГРЯЗНЕНИЕ МОРСКОЙ СРЕДЫ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, БИОИНДИКАЦИЯ, НОРМИРОВАНИЕ», 28 мая-1 июня 2018 г. Севастополь: Изд-во «Колорит», 177-183.

Филенко О.Ф. 1989. Биотестирование: возможности и перспективы использования в контроле поверхностных вод // Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. Л.: Изд-во «Гидрометеиздат», 185-193.

Хромов-Борисов и др. 2004. Биометрические задачи в популяционных исследованиях (http://www.academia.edu/1612517/Biometrical_problems_in_population_studies_RUS_2004).

Черкашин С.А. 2001. Биотестирование: терминология, задачи, основные требования и применение в рыбохозяйственной токсикологии 128, 1020-1035.

Bruce R.D. and Versteeg D.J. 1992. A statistical procedure for modeling continuous toxicity data. *Environmental Toxicology and Chemistry* 11, 1485-1494.

Report of the OECD Workshop on Statistical Analysis of Aquatic Toxicity Data, OECD Series on Testing and Assessment, No. 10, OECD Publishing, Paris, 2002.

Suter G.W. II, Rosen A.E., Linder E., Parkhurst D.E. 1987. Endpoints for responses of fish to chronic toxic exposures. *Environ. Toxicol. Chem.* 6, 793-809.

Макрозообентос р. Каракаба как кормовая база рыб

Д.М. Палатов^{1,2}, А.А. Евсеева³

¹ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

²МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

³Алтайский филиал ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», г.

Усть-Каменогорск, Казахстан

e-mail: triops@yandex.ru

Ключевые слова: макрозообентос, Каракаба, продуктивность, Южный Алтай.

Аннотация: В данной работе представлены результаты изучения зообентоса р. Каракаба в 2019 г. Описан таксономический состав, структура доминирования и количественные показатели сообществ зообентоса. Проведен анализ сообществ донных беспозвоночных как кормовой базы рыб.

Река Каракаба протекает на территории участка «Кабинский» государственного природного комплексного заказника республиканского значения «Южный Алтай» ("Оңтүстік Алтай") (Казахстан). Участок расположен в восточной части заказника, граничит с Китаем и занимает пойму реки Каракаба от брода автодороги Тоскайын – Шанагатты, включая устья рек Арасанкаба и Балыктыбулак. Далее на восток его граница идет до ущелья реки Аккаба. С запада он ограничен ущельем реки Каракаба, с востока и юга – госграницей.

Гидробиологическое обследование реки на данной территории осуществлялось в рамках договора на проведение научно-исследовательских работ «Биологическое обоснование на предельно-допустимый объем изъятия рыбных ресурсов при спортивно-любительском рыболовстве на реке Каракаба Восточно-Казахстанской области Курчумского района».

Материал и методика. Исследования макрозообентоса р. Каракаба проводили летом 2019 г. на трех участках: в районе Матвеевского моста (48°42'29.12"с.ш., 86°33'36.68"в.д.), в районе с. Балыктыбулак (48°48'1.24"с.ш., 86°32'49.66"в.д.), вблизи устья р. Арасанкаба (48°48'37.47"с.ш., 86°28'44.92"в.д.).

Отбор качественных проб зообентоса проводили стандартным гидробиологическим скребком. Облавливали мелководные береговые участки глубиной 0,1-0,5 м, стараясь охватить все биотопы. Литореофильных организмов собирали с камней вручную с помощью пинцета. Облов на одной станции осуществляли строго в течение пяти минут, чтобы результаты, полученные при отборе на всех точках, были сопоставимы. Первичную обработку проб зообентоса проводили на берегу водотока, выбранных животных помещали в полиэтиленовые емкости с 4%-ным формалином.

При отборе количественных проб зообентоса с помощью скребка рассчитывали площадь облова, как произведение расстояния, пройденного скребком, на ширину его режущей кромки. При отборе проб использовали скребок с шириной режущей кромки 18 см, которым проводили по поверхности грунта пять раз с длиной каждого сбора 100 см, соответственно, площадь облова составляла 9000 см² на одной станции отбора.

При пересчете организмов в лабораторных условиях за единицу принимали целое животное или только часть его тела с головой в том случае, если экземпляр не цельный. Взвешивание проводили после односторонней обсушки маленьких навесок материала на фильтровальной бумаге. Большие навески обсушивали на фильтровальной бумаге, перемещая их с места на место до исчезновения мокрых пятен под материалом. Животных после обсушки взвешивали на аналитических электронных весах ALJ 220-4 с дискретностью отсчета 0,1 мг. Оценка уровня трофности сообществ дана по Китаеву (2007).

Питание исследовано у рыб, пойманных с использованием крючковых снастей. Желудки и кишечники рыб фиксировали 4%-ным раствором формальдегида. Пищевые пробы обрабатывали с помощью счетно-весового метода (Боруцкий и др., 1974). Содержимое желудка после обсушки на фильтровальной бумаге до исчезновения влажных пятен взвешивали на весах ВТ-1000. Затем пищевую пробу или ее часть помещали в камеру Богорова и просматривали под биноклем МБС-9 с целью определения принадлежности организмов к той или иной таксономической группе. Определяли количество и суммарный вес организмов в каждой из выделенных групп.

Гидрологическая характеристика. Река Каракаба берет свое начало на западных склонах горного массива, образованного сочленением хребтов Тарбагатай и Южный Алтай. После слияния с рекой Аккаба под названием Каба впадает в реку Черный Иртыш. Длина реки до слияния с рекой Аккаба составляет 89 км. Площадь водосбора 1628 км². Средний уклон 27‰. Общая площадь 3040 км², длина 154 км. Русло реки неустойчивое, каменистое. Ширина русла в среднем течении составляет 25-30 м, глубина 0,5-0,8 м, скорость течения – 1,8-2,0 м/с. (Калачев, Лаврентьева, 1965).

Таксономический состав зообентоса р. Каракаба. Сообщества донных беспозвоночных бассейна реки Каракаба изучены недостаточно. Некоторые отрывочные сведения о видовом составе отдельных групп гидробионтов приведены в ряде статей (Альпейсов и др., 2015; Евсеева, 2014; Евсеева, Кушникова, 2016). Нами зарегистрировано 38 низших определяемых таксонов (НОТ, называемых далее видами) донных беспозвоночных, относящихся к 1 классу, 5 отрядам, 23 семействам. При этом большинство личинок двукрылых было определено только до уровня семейства или подсемейства.

Наибольшее видовое богатство установлено для амфибиотических насекомых отрядов Trichoptera (11 видов) и Ephemeroptera (12 видов) (табл. 1). Преобладание этих групп характерно для донных сообществ горных водотоков и других районов Алтае-Саянской горной страны (Батурина, 2011; Заика, 2012; Яныгина, 2014). Этот эффект объясняется широким распространением литореофильных биоценозов в реках региона (в т.ч. и в изучаемой реке Каракаба), в них указанные группы являются основными элементами фауны.

Таблица 1. Таксономический состав макрозообентоса р. Каракаба

| Таксоны | Матвеевский мост | | Устье р. Арасанкаба | | Балыкты булак |
|----------------------------------------|------------------|--------|---------------------|--------|---------------|
| | июль | август | июль | август | август |
| кл. Insecta | | | | | |
| отр. Ephemeroptera | | | | | |
| сем. Heptageniidae | | | | | |
| <i>Rhithrogena sibirica</i> Brodsky | | | + | + | + |
| <i>Rhithrogena grandifolia</i> Tsher. | | | + | | |
| <i>Rhithrogena</i> sp. | + | + | | | |
| <i>Ecdyonurus joernensis</i> Bengtsson | | | | + | |
| <i>Epeorus pellucidus</i> Brodsky | + | + | + | + | + |
| сем. Ameletidae | | | | | |
| <i>Ameletus</i> sp. | | | | + | |
| сем. Baetidae | | | | | |
| <i>Baetis</i> sp. | + | + | | + | + |
| <i>Baetis pseudothermicus</i> Kluge | + | + | + | + | + |
| сем. Ephemerellidae | | | | | |
| <i>Ephemerella lepnevae</i> Thernova | + | + | + | | |
| <i>Ephemerella triacantha</i> Thernova | + | + | + | + | |

| | | | | | |
|--------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| <i>Ephemerella setigera</i> Bajkova | + | | + | + | |
| сем. Leptophlebiidae | | | | | |
| <i>Leptophlebia chocolata</i> Imanishi | | | + | | |
| отр. Plecoptera | | | | | |
| сем. Pteronarcidae | | | | | |
| <i>Pteronarcys reticulata</i> (Burmeister) | + | + | | + | + |
| сем. Perlodidae | | | | | |
| <i>Megaracys ochracea</i> Klap. | + | + | | | |
| <i>Arcynopteryx compacta</i> McL. | + | | + | + | + |
| <i>Isoperla eximia</i> Zapekina-Dulkeit | | | + | | |
| <i>Isoperla</i> sp. | | + | | | |
| сем. Chloroperlidae | | | | | |
| <i>Alloperla deminuta</i> Zap.-Dulk. | | | + | | |
| Отр. Жесткокрылые (Coleoptera) | | | | | |
| сем. Dytiscidae | | | | | |
| <i>Oreodydes sanmarkii</i> C. Sahlberg | | | | + | |
| сем. Elmidae | | | | | |
| <i>Heterlimnius ennearthrus</i> Kamite. | | | | | + |
| отр. Ручейники (Trichoptera) | | | | | |
| сем. Rhyacophilidae | | | | | |
| <i>Rhyacophila angulata</i> Mart. | + | + | | | + |
| <i>Rhyacophila impar</i> Mart. | | | | | + |
| сем. Stenopsychidae | | | | | |
| <i>Stenopsyche marmorata</i> Navas | + | + | + | | + |
| сем. Arctopsychidae | | | | | |
| <i>Arctopsyche ladogensis</i> Kol. | | | | | + |
| сем. Hydropsychidae | | | | | |
| <i>Ceratopsyche nevae</i> Kol. | + | + | | | + |
| сем. Glossosomatidae | | | | | |
| <i>Glossosoma altaicum</i> Mart. | + | + | + | + | + |
| сем. Brachycentridae | | | | | |
| <i>Brachycentrus americanus</i> (Banks) | + | + | + | + | + |
| сем. Lepidostomatidae | | | | | |
| <i>Lepidostoma hirtum</i> Fabr. | | | + | | |
| сем. Apataniidae | | | | | |
| <i>Apatania zonella</i> Zett. | | | + | + | + |
| сем. Limnephilidae | | | | | |
| <i>Hydatophylax</i> sp. | | | | + | |
| <i>Limnephilidae</i> sp. | | | + | + | + |
| отр. Двукрылые (Diptera) | | | | | |
| сем. Limoniidae | | | | | |
| <i>Hexatoma</i> sp. | | | + | + | |
| сем. Blephariceridae | | | | | |
| <i>Blephariceridae</i> sp. | | | + | | |
| сем. Simuliidae | | | | | |
| <i>Simuliidae</i> sp. | + | + | + | + | + |
| сем. Chironomidae | | | | | |

| | | | | | |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|
| п/сем. Orthocladiinae | + | + | + | + | + |
| п/сем. Diamnesinae | + | + | + | + | |
| п/сем. Tanypodinae | | | + | + | + |
| сем. Athericidae | | | | | |
| <i>Atherix ibis</i> Fabricius | + | + | + | | + |
| Всего | 19 | 18 | 24 | 21 | 20 |

Отряд Поденки (Ephemeroptera). Одна из наиболее богато представленных таксономических групп макробеспозвоночных: выявлено 12 НОТ из пяти семейств: сем. Heptageniidae – 5, сем. Baetidae – 3 таксона, сем. Ephemerellidae – 3, сем. Ameletidae и сем. Leptophlebiidae – по одному.

Отряд Веснянки (Plecoptera). Представлены 6 НОТ (видами) из трех семейств. Больше половины отмеченных видов (67%) принадлежит одному семейству (Perlodidae – 4 вида), сем. Chloroperlidae и сем. Pteronarcidae – по одному таксону. Несмотря на высокую частоту встречаемости, веснянки обычно не достигали высокой численности, однако вносили существенный вклад в значения биомассы.

Отряд Жесткокрылые (Coleoptera). Жуки в р. Каракаба малочисленны. Было обнаружено только два НОТ (см. табл. 1).

Отряд Ручейники (Trichoptera). На исследованных станциях отмечено 11 таксонов ручейников из 9 семейств: сем. Limnephilidae – 2 таксона, сем. Rhyacophilidae – 2, сем. Hydropsychidae, сем. Glossosomatidae, сем. Stenopsychidae, сем. Arctopsychidae, сем. Lepidostomatidae, сем. Apataniidae, сем. Brachycentridae – по одному таксону.

Отряд Двукрылые (Diptera). Отмечено 7 НОТ двукрылых из 5 семейств: сем. Limoniidae, сем. Vlephariceridae, сем. Simuliidae, сем. Chironomidae (п/сем. Orthocladiinae, п/сем. Diamnesinae, п/сем. Tanypodinae) и сем. Athericidae. Хирономиды были постоянным компонентом фауны водотоков, частота их встречаемости на всех станциях исследований составляла около 100,0%.

Общий характер фауны донных беспозвоночных исследованных участков р. Каракаба определяют холодолюбивые реофильные и экологически близкие к ним виды, предъявляющие высокие требования к кислородному режиму воды и предпочитающие стабильные твердые грунты.

Количественные показатели. В районе устья р. Арасанкаба значения численности зообентоса в июле-августе варьировали в пределах 91,7-141,8 экз/м², биомассы – 0,718-1,883 г/м². Основной вклад в значения численности вносили личинки поденок и двукрылых, в значения биомассы – личинки веснянок, ручейников, поденок (табл. 2). В районе Матвеевского моста значения численности зообентоса в июле-августе варьировали в пределах 81,4-177,4 экз/м², биомассы – 1,516-2,821 г/м². Основной вклад в значения численности вносили личинки ручейников и поденок, в значения биомассы – личинки, ручейников, веснянок, поденок. На участке р. Каракаба в районе с. Балыктыбулак значения численности зообентоса в августе варьировали в пределах 104,8-124,8 экз/м², биомассы – 0,832-2,006 г/м². Численно и по биомассе доминировали личинки ручейников.

Таблица 2. Средние значения численности (Ч, экз/м²) и биомассы (Б, г/м²) макрозообентоса р. Кара-Каба в июле-августе 2019 г.

| Группа беспозвоночных | Устье р. Арасанкаба, июль | | | | Устье р. Арасанкаба, август | | | |
|-----------------------|---------------------------|-------|---------------|-------|-----------------------------|-------|---------------|-------|
| | ниже впадения | | выше впадения | | ниже впадения | | выше впадения | |
| | Ч | Б | Ч | Б | Ч | Б | Ч | Б |
| Plecoptera | 4,4 | 0,022 | 8,8 | 0,254 | 9,9 | 0,519 | 8,8 | 0,882 |
| Ephemeroptera | 50,8 | 0,319 | 27,6 | 0,150 | 50,9 | 0,281 | 47,4 | 0,463 |
| Trichoptera | 33,1 | 0,504 | 22,0 | 0,118 | 21,0 | 0,414 | 25,4 | 0,218 |
| Diptera | 53,0 | 0,306 | 35,4 | 0,196 | 5,5 | 0,023 | 46,3 | 0,320 |

| | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| Coleoptera | - | - | - | - | 4,4 | 0,011 | - | - |
| Всего | 141,8 | 1,151 | 93,8 | 0,718 | 91,7 | 1,248 | 127,9 | 1,883 |

Продолжение таблицы 2

| Группа беспозвоночных | Матвеевский мост, июль | | | | Матвеевский мост, август | | | |
|-----------------------|------------------------|-------|------------|-------|--------------------------|-------|---------------|-------|
| | ниже моста | | ниже моста | | ниже моста | | выше впадения | |
| | Ч | Б | Ч | Б | Ч | Б | Ч | Б |
| Plecoptera | 4,4 | 0,618 | 8,8 | 0,910 | 4,4 | 0,522 | 7,7 | 0,574 |
| Ephemeroptera | 33,0 | 0,227 | 57,5 | 0,235 | 31,8 | 0,588 | 37,6 | 0,693 |
| Trichoptera | 52,3 | 0,485 | 51,9 | 0,731 | 13,2 | 0,540 | 36,8 | 1,341 |
| Diptera | 39,8 | 0,186 | 59,2 | 0,240 | 32,0 | 0,201 | 6,6 | 0,213 |
| Coleoptera | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Всего | 129,5 | 1,516 | 177,4 | 2,116 | 81,4 | 1,851 | 88,7 | 2,821 |

Продолжение таблицы 2

| Группа беспозвоночных | Район с. Балыктыбулак, август | | | | Среднее | |
|-----------------------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|---------|-------|
| | Ниже впадения р. Балыктыбулак | | Выше впадения р. Балыктыбулак | | Ч | Б |
| | Ч | Б | Ч | Б | | |
| Plecoptera | 17,7 | 0,660 | 3,3 | 0,280 | 8,3 | 0,515 |
| Ephemeroptera | 29,8 | 0,262 | 22,0 | 0,107 | 36,7 | 0,308 |
| Trichoptera | 45,3 | 0,937 | 50,8 | 0,298 | 37,3 | 0,568 |
| Diptera | 30,9 | 0,145 | 28,7 | 0,147 | 33,1 | 0,189 |
| Coleoptera | 1,1 | 0,002 | - | - | 2,8 | 0,007 |
| Всего | 124,8 | 2,006 | 104,8 | 0,832 | 116,0 | 1,582 |

Средняя численность и биомасса донных беспозвоночных составили 116,0 экз./м² и 1,582 г/м², что по шкале трофности Китаева соответствует низкому уровню продуктивности, олиготрофному типу водоема. По численности доминировали личинки поденок, ручейников и двукрылых; основной вклад в значения биомассы вносили личинки поденок, веснянок и ручейников.

В пространственной динамике количественных составляющих макрозообентоса максимальные показатели выявлены на участке вблизи Матвеевского моста. Так, средние значения в июле 2019 г. составили: численности – 153,4 экз./м², биомассы – 1,816 г/м²; в августе – 85,1 экз/м² и 2,336 г/м² соответственно. Средние значения численности и биомассы зообентоса в июле и в августе отличались незначительно – 135,6 экз/м² и 1,375 г/м² (июль) и 103,2 экз/м² и 1,774 г/м² (август).

В районе с. Балыктыбулак доминировали личинки ручейников: по численности – 41%, по биомассе – 43%, преимущественно за счет видов *S. marmorata* и *C. nevae*. В качестве субдоминантов по численности отмечены личинки поденок (22%) и двукрылых (26%), второстепенных видов – личинки веснянок (9%). Наибольшую долю в численности зообентоса в районе Матвеевского моста составили личинки ручейников *B. americanus* и *G. altaicum*, по биомассе – личинки веснянок *P. reticulata*. В районе впадения р. Арасанкаба численно преобладали личинки поденок *B. pseudothermicus*, личинки ручейников *B. americanus* и личинки двукрылых Simuliidae и Orthocladiinae, по биомассе – хищные личинки веснянок *P. reticulata*.

Спектр питания рыб р. Каракаба. По материалам исследований 2019 г. в р. Каракаба ихтиофауна была представлена 5 видами рыб – ленок *Brachymystax lenok lenok*, сибирский хариус *Thymallus arcticus*, таймень *Hucho taimen*, щиповка сибирская *Cobitis*

melanoleuca, сибирский подкаменщик *Cottus sibiricus*. Питание рыб изучали на примере сибирского хариуса и ленка.

Сибирский хариус – типичный эврифаг. Спектр питания составляют преимущественно донные беспозвоночные. Питается круглый год, в том числе и зимой, но менее интенсивно. Молодь питается низшими ракообразными и мелкими формами других беспозвоночных, с возрастом спектр расширяется: до 70% составляют личинки ручейников, веснянок, поденок, воздушные насекомые, хирономиды.

Так, в июле 2019 г. в составе пищевого комка отмечены личинки хирономид и личинки ручейников *G. altaicum*. В августе спектр питания был более разнообразным: личинки ручейников сем. Limnephilidae, *G. altaicum*, *C. nevae*, *S. marmorata*, личинки веснянок *P. reticulata*, личинки поденок сем. Heptageniidae, личинки двукрылых (хирономиды, болотницы), клопы *Aphelocheirus nawae* Nawa 1905, имаго двукрылых. Общее потребление *G. altaicum* и *P. reticulata* было на высоком уровне (более половины массы пищевого комка) и сохраняет свое первостепенное значение по сравнению с другими кормовыми объектами.

Спектр питания ленка очень широк. В молодом возрасте он сходен с хариусом – предпочитает насекомых и беспозвоночных, к двум годам начинает в значительной степени переключаться на хищный образ жизни, как таймень, а после трех – это уже преимущественно хищник. В пищевом комке исследованных нами ленков зафиксированы беспозвоночные: личинки поденок сем. Heptageniidae, личинки ручейников сем. Limnephilidae, *G. altaicum*, личинки веснянок *P. reticulata*.

Заключение. Полученные данные о видовом разнообразии и количественном составе бентосных сообществ р. Каракаба важны как исходные материалы для дальнейших мониторинговых работ при прогнозировании состояния возможных последствий их изменений в условиях антропогенной нагрузки, а также для сохранения биоразнообразия и решения вопросов устойчивого функционирования экосистем.

Список литературы

- Альпейсов Ш.А., Евсеева А.А., Кушникова Л.Б. 2015. Видовой состав ручейников (Trichoptera) бассейна Верхнего Ертиса. Известия НАН РК. Серия аграрных наук 6(30), 9-12.
- Батурина Н.С. 2011. Структура сообщества макрозообентоса малых рек Алтая и вопросы гидроэнергетики. Сборник трудов V Международной научной конференции молодых ученых молодых ученых и талантливых студентов «Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность». М.: ИВП РАН, 182-185.
- Евсеева А.А. 2014. Фауна поденок (Insecta, Ephemeroptera) водотоков бассейна Верхнего Иртыша и их значение в биоиндикации. Сборник материалов областной научно-практической конференции «Региональный компонент в системе экологического образования и воспитания». Усть-Каменогорск, 328-338.
- Евсеева А.А., Кушникова Л.Б. 2016. Фауна ручейников (Trichoptera) водотоков юго-западного Алтая. Материалы IV Международной конференции «Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее». Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 114-117.
- Заика В.В. 2012. Фауна и население амфибионтных насекомых (Insecta Ectognatha: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Odonata) водных потоков Алтае-Саянской горной области. Автореф. дис. докт. биол. наук. Владивосток, 33 с.
- Калачев Н.С., Лаврентьева Л.Д. 1965. Водноэнергетический кадастр рек Казахской ССР. Алма-Ата: Наука, 459 с.
- Китаев С.П. 2007. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Изд-во Карельского науч. центра РАН, 395 с.
- Боруцкий Е.В., Желтенкова М.В., Веригина И.А. 1974. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 254 с.
- Тесленко В.А. Жильцова Л.А. 2009. Определитель веснянок (Insecta, Plecoptera) России и сопредельных стран. Имаго и личинки. Владивосток: Дальнаука, 382 с.

Шарапова Л.И., Фаломеева А.П. 2006. Методическое пособие при гидробиологических рыбохозяйственных исследованиях водоемов Казахстана (планктон, зообентос). Алматы: Наука, 27 с.

Яныгина Л.В. 2014. Зообентос бассейна Верхней и Средней Оби: воздействие природных и антропогенных факторов. Автореф. дис. докт. биол. наук. Владивосток, 39 с.

Генетическое разнообразие и генетическая структура естественных популяций и ремонтно-маточных стад стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus)

А.Р. Пелеева, Л.В. Комарова, А.В. Мингазова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь
e-mail: al.peleeva@yandex.ru

Ключевые слова: естественные популяции, ремонтно-маточные стада, ISSR-PCR маркеры, полиморфизм ДНК, *Acipenser ruthenus*.

Аннотация: Изучено генетическое разнообразие трёх естественных популяций стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus): из нижнего течения реки Сухона (Вологодская область), из реки Кама (Пермский край), из реки Вятка (Кировская область); а также трёх ремонтно-маточных стад стерляди из рыбоводных хозяйств Костромской, Саратовской областей и Пермского края. Для определения показателей генетического разнообразия был использован ISSR (Inter Simple Sequence Repeats)- метод анализа полиморфизма ДНК с использованием ПЦР. У изученных выборок *A. ruthenus* выявлены 115 ISSR-PCR маркеров. На общую выборку *A. ruthenus* доля полиморфных локусов высока и составила 0,922, ожидаемая гетерозиготность равна 0,266, а число эффективных аллелей – 1,482. Показатели генетического разнообразия выше в популяции из рыбоводного хозяйства Костромской области ($H_E = 0,222$; $n_e = 1,374$) и ниже в ремонтно-маточном стаде из рыбоводного хозяйства «ООО Тополь» ($H_E = 0,128$; $n_e = 1,218$). Наибольшее число редких ISSR-PCR маркеров отмечено в ремонтно-маточном стаде из рыбоводного хозяйства Костромской области ($R = 8$). В ремонтно-маточном стаде из «ООО Тополь» не выявлено ни одного редкого ISSR-PCR маркера. Даны рекомендации по использованию данных о генетическом разнообразии изученных популяций и стад стерляди для сохранения генофонда вида *A. ruthenus*.

Сокращение биоразнообразия, вызванное антропогенным воздействием, является главной проблемой современности. Одним из подходов решения данной проблемы может стать сохранение генофонда редких видов рыб, таких как стерлядь (*Acipenser ruthenus* L.), которые представляют практическую значимость для введения их в аквакультуру (Красильникова, Тихомиров, 2018).

Исследование генетического полиморфизма ДНК *A. ruthenus* с помощью молекулярно-генетических маркеров играет главную роль для разработки мер по охране и восстановлению естественных популяций данного вида, а также для оптимального культивирования рыб в аквакультуре (Барминцева, Мюге, 2017). Целью данной работы является выявление генетического полиморфизма ДНК естественных популяций и ремонтно-маточных стад стерляди Северо-западного (Вологодская область), Центрального (Костромская область) и Приволжского (Кировская, Саратовская области, Пермский край) федеральных округов Российской Федерации.

Материал и методика. Объектами для изучения полиморфизма ДНК на основании межмикросателлитного маркирования послужили три естественные популяции стерляди, отобранных из рек Вятка, Кама, Сухона, а также три ремонтно-маточных стада, отобранных на рыбоводных хозяйствах Пермского края, Костромской и Саратовской областей.

Для молекулярно-генетического анализа отбирались фрагменты грудных плавников с последующим выпуском рыб в водоём. Фиксация материала была проведена после взятия проб в 96% этиловом спирте. Хранение материала до выделения ДНК проводилось при температуре + 4 °С.

Выделение ДНК осуществлялось по стандартной методике С. Роджерса и А. Бендиха (Rogers, Bendich, 1985). Качество и концентрацию ДНК определяли при помощи Spectrofotometr™ NanoDrop 2000. Концентрацию каждой пробы, в свою очередь, выравняли до 10 нг/мкл. Молекулярно-генетическое исследование естественных популяций и ремонтно-маточных стад были проведены с применением ISSR (Inter Simple Sequence Repeats)-метода анализа полиморфизма ДНК (Zietkiewicz et.al, 1994) с использованием ПЦР. Ампликоны разделяли электрофорезом в 1,7% агарозном геле в 1x TBE буфере, окрашивали бромистым этидием. Для определения длин ампликонов использовался маркер молекулярной массы (100 bp +1.5 + 3 Kb DNA Ladder, ООО «СибЭнзим-М»). Фотографирование электрофореграмм проводили с помощью системы геле-документации GelDoc XR, а анализ молекулярного веса ампликонов в программе Quantity One. Обработка данных проведена с поддержкой общепризнанных компьютерных программ POPGENE 1.31 (Yeh et.al, 1999) и специального макроса GenAlEx6 для MS-Excel (Peakall, Smouse, 2006) с определением доли (P_{95}) полиморфных локусов, а также ожидаемой (H_E) гетерозиготности, абсолютного (n_a) и эффективного числа аллелей (n_e), числа редких (R) аллелей. Сравнение показателей генетического разнообразия проведено по критериям Стьюдента и Фишера (Урбах, 1963; Животовский, 1983).

Результаты и обсуждение. В исследовании были использованы пять эффективных ISSR-праймеров, выявленных для стерляди ранее Л.В. Комаровой с соавторами (Комарова и др., 2015). У 180 особей из шести изученных выборок *A. ruthenus* (табл.1) было выявлено 115 ISSR-PCR маркеров, из которых 106 являлись полиморфными ($P_{95} = 0,922$).

Таблица 1. Характеристика ISSR-PCR маркеров трёх естественных популяций и трёх ремонтно-маточных стад *A. ruthenus*.

| ISSR-праймеры | Нуклеотидная последовательность (5'→ 3') | Длина маркеров, п.н | Число полиморфных ISSR- PCR маркеров (их частота) | | | | | | На общую выборку | |
|-------------------------|------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|------------------------|
| | | | <i>Ar_Km</i> | <i>Ar_Su</i> | <i>Ar_Sh</i> | <i>Ar_Ks</i> | <i>Ar_Sr</i> | <i>Ar_Ah</i> | всего | полиморфных |
| CR-212 | (CT) ₈ TG | 230-960 | 11
(0,786) | 5
(0,500) | 13
(0,928) | 12
(0,923) | 4
(0,444) | 4
(0,444) | 19 | 17
(0,895) |
| X11 | (AGC) ₆ G | 280-1000 | 9
(0,750) | 10
(0,833) | 11
(0,687) | 17
(0,809) | 8
(0,800) | 9
(0,818) | 26 | 25
(0,961) |
| CR-215 | (CA) ₆ GT | 210-1000 | 9
(0,563) | 11
(0,846) | 9
(0,643) | 13
(0,812) | 15
(0,937) | 9
(0,818) | 20 | 18
(0,900) |
| ISSR-9 | (ACG) ₇ G | 200-800 | 8
(0,727) | 10
(0,833) | 14
(0,875) | 10
(0,588) | 11
(1,000) | 9
(0,818) | 22 | 21
(0,954) |
| X9 | (ACC) ₆ G | 200-1500 | 12
(0,857) | 13
(0,928) | 12
(0,750) | 19
(0,864) | 13
(1,000) | 9
(0,818) | 28 | 25
(0,893) |
| Всего ISSR-PCR маркеров | | | 49
(0,721) | 49
(0,803) | 59
(0,776) | 71
(0,798) | 51
(0,864) | 40
(0,755) | 115 | 106
(0,922) |

Примечание: *Ar_Km* – естественная популяция из реки Кама; *Ar_Su* – естественная популяция из реки Сухона; *Ar_Sh* – естественная популяция из реки Вятка; *Ar_Ks* – ремонтно-маточное стадо из рыбоводного хозяйства Костромской области; *Ar_Sr* – ремонтно-маточное стадо из «ЦВР Саратовского отделения ГосНИОРХ»; *Ar_Ah* – ремонтно-маточное стадо из «ООО Тополь»; CR-212, X11, CR-215, ISSR-9, X9 – обозначения праймеров

Определена ожидаемая гетерозиготность (H_E), которая, на общую выборку *A. ruthenus*, составила 0,266 (табл. 2). Данный показатель наибольший в выборке *Ar_Ks* ($H_E =$

0,222), а минимальный – в выборке *Ar_Ah* ($H_E = 0,128$). Абсолютное число аллелей на локус (n_a), как и эффективное число аллелей на локус (n_e), наибольшее в выборке *Ar_Ks* ($n_a = 1,721$; $n_e = 1,374$). В выборке *Ar_Ah* эти показатели наименьшие ($n_a = 1,356$; $n_e = 1,218$). Абсолютное число аллелей на локус (n_a), как и эффективное число аллелей на локус (n_e) наибольшее в выборке *Ar_Ks* ($n_a = 1,721$; $n_e = 1,374$). В выборке *Ar_Ah* эти показатели наименьшие ($n_a = 1,356$; $n_e = 1,218$).

Таблица 2. Генетическое разнообразие шести выборок *A.ruthenus*

| Популяции и стада / показатели | <i>Ar_Km</i> | <i>Ar_Su</i> | <i>Ar_Sh</i> | <i>Ar_Ks</i> | <i>Ar_Sr</i> | <i>Ar_Ah</i> | На общую выборку |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| H_E | 0,173
(0,018) | 0,165
(0,018) | 0,181
(0,019) | 0,222
(0,018) | 0,153
(0,018) | 0,128
(0,018) | 0,266
(0,014) |
| n_a | 1,513
(0,502) | 1,452
(0,500) | 1,530
(0,501) | 1,721
(0,450) | 1,452
(0,500) | 1,356
(0,481) | 2,000
(0,000) |
| n_e | 1,294
(0,366) | 1,280
(0,354) | 1,313
(0,380) | 1,374
(0,365) | 1,258
(0,346) | 1,218
(0,342) | 1,482
(0,324) |
| R | 1 | 0 | 4 | 8 | 1 | 0 | 14 |

Примечание: H_E – ожидаемая гетерозиготность; n_a – абсолютное число аллелей на локус; n_e – эффективное число аллелей на локус; в скобках даны стандартные отклонения; R – число редких аллелей; обозначения выборок: *Ar_Km* – естественная популяция из реки Кама; *Ar_Su* – естественная популяция из реки Сухона; *Ar_Sh* – естественная популяция из реки Вятка; *Ar_Ks* – ремонтно-маточное стадо из рыбоводного хозяйства Костромской области; *Ar_Sr* – ремонтно-маточное стадо из «ЦВР Саратовского отделения ГосНИОРХ»; *Ar_Ah* – ремонтно-маточное стадо из «ООО Тополь»

Для генетического разнообразия и идентификации особей как естественных популяций, так и ремонтно-маточных стад рыб важны редкие ISSR-PCR маркеры, встречающиеся с частотой менее 5%. В выборке *Ar_Ks* отмечено 8 редких маркеров, в выборке *Ar_Sh* – 4, в выборка *Ar_Km* и *Ar_Sr* – по одному редкому маркеру. С использованием редких маркеров можно производить молекулярно-генетическую идентификацию молоди, которую планируют выпускать в водоем для восполнения численности популяций после антропогенного воздействия.

При сравнении показателей генетического разнообразия шести выборок *A. ruthenus* по критериям Фишера и Стьюдента, было установлено, что $F_{\text{опыт}} < 1,96$ и $F_{\text{опыт}} < 1,98$ соответственно. то есть, достоверных различий не установлено.

Анализ параметров генетической структуры на общую выборку *A. ruthenus* показал, что ожидаемая доля гетерозиготных генотипов на общую выборку (H_t) составила 0,292; а ожидаемая доля гетерозиготных генотипов на отдельную выборку (H_s) – 0,170. Коэффициент подразделенности ($G_{st} = 0,417$) показал, что изученные выборки дифференцированы в средней степени: на межпопуляционную компоненту приходится 41,7% всего генетического разнообразия изученных популяций и стад. Наибольшая дифференциация *A. ruthenus* установлена с использованием праймера X11 (табл. 5).

Таблица 5. Параметры генетической структуры и дифференциации трёх естественных популяций и трёх ремонтно-маточных стад *A. ruthenus*

| ISSR-праймер / показатели | CR-212 | X11 | CR-215 | ISSR-9 | X9 | На общую выборку |
|---------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| H_t | 0,298
(0,020) | 0,302
(0,022) | 0,342
(0,019) | 0,256
(0,032) | 0,272
(0,027) | 0,292
(0,024) |
| H_s | 0,167
(0,006) | 0,155
(0,009) | 0,199
(0,007) | 0,160
(0,014) | 0,174
(0,013) | 0,170
(0,010) |
| G_{st} | 0,440 | 0,488 | 0,416 | 0,373 | 0,361 | 0,417 |

Примечание: H_t – общее генное разнообразие; H_s – внутривидовое разнообразие; G_{st} – показатель подразделенности популяций; в скобках даны стандартные отклонения; CR-212, X11, CR-215, ISSR-9, X9 – обозначения праймеров

На основании данных о генетическом полиморфизме изученных выборок *A. ruthenus* даны следующие рекомендации:

1. С целью сохранения генофонда *A. ruthenus* рекомендуется использовать ремонтно-маточное стадо из рыбоводного хозяйства Костромской области (*Ar_Ks*) с самыми высокими показателями генетического разнообразия.

2. На основании полученных молекулярно-генетических данных рекомендуется составление молекулярно-генетических формул, штрихкодов и генетических паспортов с целью идентификации стерляди на уровне популяций и стад.

Выводы. В результате молекулярно-генетического анализа всего было выявлено 115 ISSR-PCR маркеров, из которых 106 являлись полиморфными ($P_{95} = 0,922$).

1. Установлено, что показатели генетического разнообразия наибольшие в выборке из ремонтно-маточного стада рыбоводного хозяйства Костромской области (*Ar_Ks*), а минимальные – в выборке из ремонтно-маточного стада рыбоводного хозяйства «ООО Тополь» (*Ar_Ah*).

2. При сравнении показателей генетического разнообразия шести выборок *A. ruthenus* по критериям Фишера и Стьюдента, достоверных различий не установлено.

3. Коэффициент подразделенности ($G_{st}=0,417$) показал, что изученные выборки дифференцированы в средней степени: на межпопуляционную компоненту приходится 41,7% всего генетического разнообразия изученных популяций и стад.

Список литературы

Барминцева А.Е., Мюге Н.С. 2017. Природный генетический полиморфизм и филогеография сибирского осетра *Acipenser baerii* Brandt, 1869. Генетика 53(3), 345–355.

Животовский Л.А. 1983. Статистические методы анализа частот генов в природных популяциях. Итоги науки и техники. Общая генетика. М.: ВИНТИ АН СССР 8, 76–104.

Комарова Л.В., Костицына Н.В., Боронникова С.В. 2015. Подбор ISSR-праймеров для молекулярно-генетического анализа стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus). Сборник статей Международной научно-практической конференции, 6-9.

Красильникова А.А., Тихомиров А.М. 2018. Получение жизнеспособной молоди русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) при использовании криоконсервированной спермы и оценка поведенческих реакций у криопотомства. С.-х. биол., Сельхозбиология, S-h biol, Sel-hoz biol, Sel'skokhozyaistvennaya biologiya, Agricultural Biology 4.

Урбах В.Ю. 1963. Математическая статистика для биологов и медиков. Москва: Изд-во академии наук СССР, 323 с.

Peakall R., Smouse P.E. 2006. GenA1Ex6: Genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. Mol. Ecol. Not. 6, 288-295.

Rogers S.O., Bendich A.J. 1985. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues. *Plant Molecular Biology* 5, 69-76.

Yeh F.C., Young R.C., Mao J. 1999. POPGENE, the Microsoft Windows-based user-friendly software for population genetic analysis of co-dominant and dominant markers and quantitative traits. Department of Renewable Resources, Univ. of Alberta, Edmonton. Alta, 238 p.

Zietkiewicz E., Rafalski A., Labuda D. 1994. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification. *Genomics* 20, 176-183.

Оценка состояния прибрежной морфо-экологической группы байкальского омуля

Н.Г. Петухова

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

e-mail: ng_petukhova@mail.ru

Ключевые слова: байкальский омуль, оценка запасов, динамика численности, моделирование.

Аннотация. В работе представлены результаты оценки состояния прибрежной морфо-экологической группы байкальского омуля, рассматриваемой в качестве отдельной единицы запаса. Восстановлена ретроспективная динамика биомассы запаса с помощью программного комплекса «Синтез», впервые использовавшимся для количественной оценки запаса байкальского омуля. Кроме того, выполнен прогноз состояния прибрежной МЭГ на период с 2018 по 2022 г. с учётом влияния нелегального промысла.

Изучение динамики численности промысловых запасов рыб представляет собой одну из приоритетных задач рыбохозяйственной науки, важных как в фундаментальном, так и в прикладном смысле. Вопросы сохранения биоразнообразия и поддержания целостности природных экосистем в последнее время приобретают все большую актуальность, отчасти в связи с нерациональной эксплуатацией водных биоресурсов и неблагоприятным состоянием запасов многих видов рыб. К числу таких видов принадлежит и байкальский омуль *Coregonus migratorius*, являющийся ценным промысловым видом в озере Байкал. В последнее десятилетие состояние запасов байкальского омуля существенно ухудшилось (Петерфельд, Соколов, 2016), вследствие чего в октябре 2017 г. введен мораторий на его промышленный и любительский вылов, за исключением вылова представителями некоторых коренных малочисленных народов. Восстановление запасов омуля представляется крайне важной задачей, как с экологической, так и с социально-экономической точек зрения.

Вид представлен тремя морфо-экологическими группами (МЭГ): прибрежной, пелагической и придонно-глубоководной (Калягин, Майстренко, 1997, Майстренко, Майстренко, 1998; Алехин, 2005). Кроме того, выделяют несколько популяций байкальского омуля: селенгинскую, посольскую, баргузинскую, северобайкальскую, чивыркуйскую и др. (Смирнов, Смирнова-Залуми, Суханова, 2009). Имеющиеся промысловые и биологические данные дифференцированы по МЭГ, которые в силу сложившейся практики анализируются как отдельные единицы запаса. В настоящей работе в качестве исследуемого объекта рассматривается прибрежная МЭГ байкальского омуля, составляющая большую часть в промышленных уловах этого вида.

Целью настоящей работы является количественная оценка состояния прибрежной МЭГ байкальского омуля в период моратория на вылов.

В работе использовались архивные материалы Байкальского филиала ФГБНУ «ВНИРО» о биологии и промысле байкальского омуля за период с 1995 по 2017 гг. Данные содержали:

- статистику годовых уловов прибрежной МЭГ омуля;
- возрастной состав уловов в процентном выражении;
- среднюю массу особей по возрастным группам и годам промысла;
- оценки мгновенного коэффициента естественной смертности по возрастным группам;
- оценки средней доли половозрелых особей по возрастным группам;

– а также данные по промысловым усилиям (количество сетей и неводов, ежегодно задействованных при промысле омуля).

Оценки интенсивности ННН промысла получены из ежегодных Государственных докладов о состоянии озера Байкал и мерах по его охране (Государственный доклад ..., 2017).

Ретроспективная динамика прибрежной МЭГ восстановлена с помощью сепарабельной когортной модели «Синтез», разработанной и программно реализованной в КамчатНИРО (Ильин, 2009). Подробное описание программно-методического обеспечения модели приведено в Методических рекомендациях по оценке приоритетных видов водных биологических ресурсов (Бабаян и др., 2018).

Результаты восстановления ретроспективной динамики за период 1995-2017 гг. подтвердили тенденцию к снижению биомассы как общего, так и нерестового запасов (рис 1.). Причинами этому может быть несколько факторов, но основным, вероятнее всего, стала чрезмерная эксплуатация запаса байкальского омуля. Весомый вклад в изменение численности омуля вносит нелегальный промысел на путях нерестовой миграции рыб. В последние два года промысла биомасса нерестового запаса прибрежной МЭГ достигла наименьших значений. Похожая ситуация сложилась и с пелагической МЭГ (Петухова, 2019), среднегодовой вылов которой составляет более 30% в общих уловах байкальского омуля.

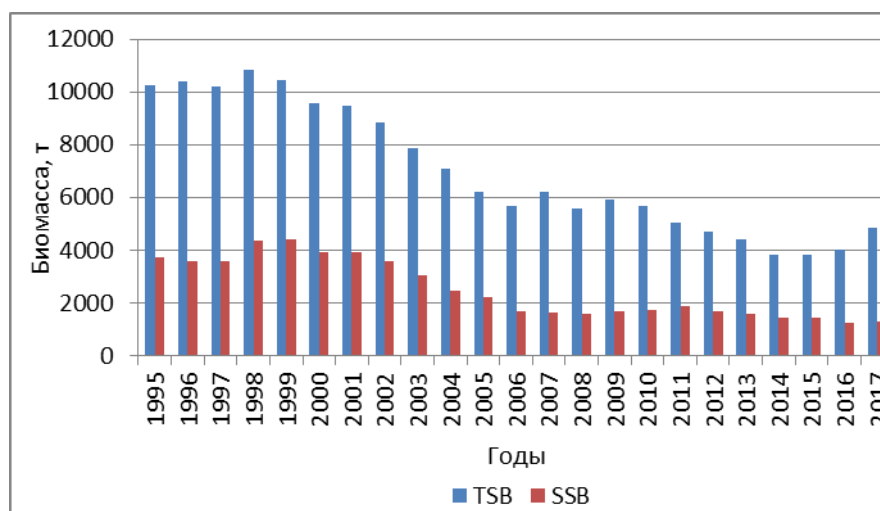


Рис. 1. Ретроспективная динамика общего запаса (TSB) и нерестового запаса (SSB)

Уменьшение биомассы нерестового запаса закономерно отразилось и на величине пополнения в возрасте 2+. Рисунок 2 демонстрирует восстановленную динамику пополнения с помощью программного комплекса «Синтез». Несмотря на тенденцию к уменьшению, начиная с 2015 года наблюдается рост численности пополнения, что, вероятнее всего, послужило причиной увеличения общей биомассы запаса с 2016 г.

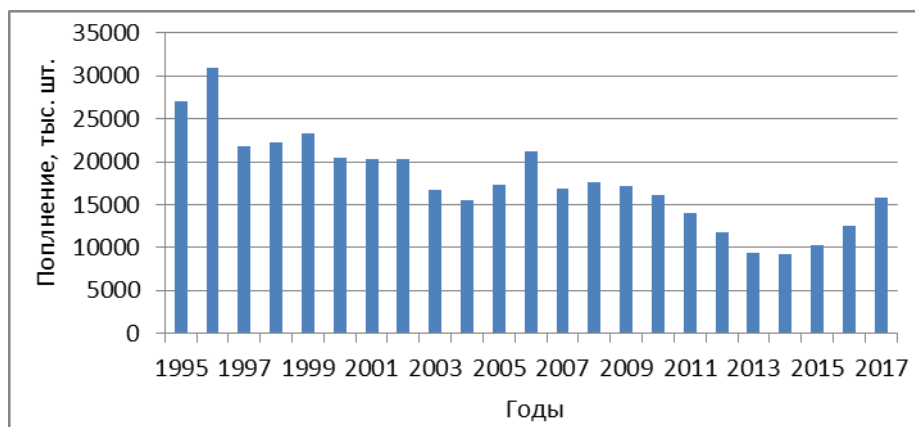


Рис. 2. Динамика пополнения в возрасте 2+

Для выполнения прогнозной оценки динамики численности исследуемого объекта на период моратория была оценена зависимость «запас–пополнение». Зависимость описана функцией Бивертон–Холта (Beverton, Holt, 1957) также с помощью программного комплекса «Синтез». При количественной оценке состояния запаса на период с 2018 по 2022 гг. рассчитанное пополнение в возрасте 2+ принято постоянным за каждый год.

Прогноз динамики нерестового запаса выполнен на основе уравнения динамики численности Ф.И. Баранова (Баранов, 1918).

$$N_{i+1,n+1} = N_{i,n} \exp(-M_{i,n} - F_{i,n})$$

где $N_{i,n}$ – численность возрастной группы n в год i ;
 M – мгновенный коэффициент естественной смертности;
 F – мгновенный коэффициент промысловой смертности.

При прогнозировании нерестовой биомассы мгновенные коэффициенты естественной смертности, оценки темпа полового созревания и масса особей задавались теми же, что и для ретроспективного анализа. Оценки интенсивности нелегального промысла задавались на основе анализа мгновенных коэффициентов промысловой смертности, рассчитанных с помощью ПК «Синтез».

Несмотря на запрет промышленного и любительского вылова байкальского омуля, всё же известны случаи его нелегального вылова (Федеральное агентство по рыболовству, электронный ресурс). В этой связи в данной работе рассматривалось несколько случаев прогнозирования динамики биомассы прибрежной МЭГ: 1) нелегальный промысел отсутствует, 2) величина нелегального вылова равна его среднему объёму за последние 10 лет; 3) величина нелегального вылова равна его минимальному объёму за последние 10 лет.

В случае отсутствия нелегального промысла учитывалась смертность особей по естественным причинам, а также вылов по квотам в целях искусственного воспроизводства, научных исследований и для коренных малочисленных народов. Биомасса нерестового запаса увеличивалась к 2022 г., приближаясь к максимальным значениям за весь рассматриваемый период с 1995 г. (рис 3.). В силу социально-экономических факторов полное прекращение нелегального промысла вряд ли осуществимо, что делает данный случай мало правдоподобным.

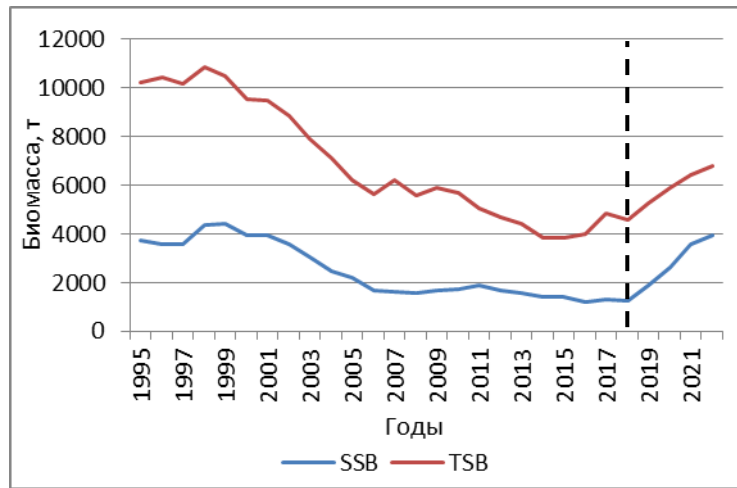


Рис. 3. Динамика биомассы общего запаса (TSB) и нерестового запаса (SSB) (после пунктирной линии – прогноз без учёта влияния нелегального промысла)

Анализ влияния незаконного промысла на прибрежную МЭГ в других двух случаях показал непродолжительное увеличение нерестовой биомассы, в два с лишним раза меньше, чем в первом случае (рис. 4).

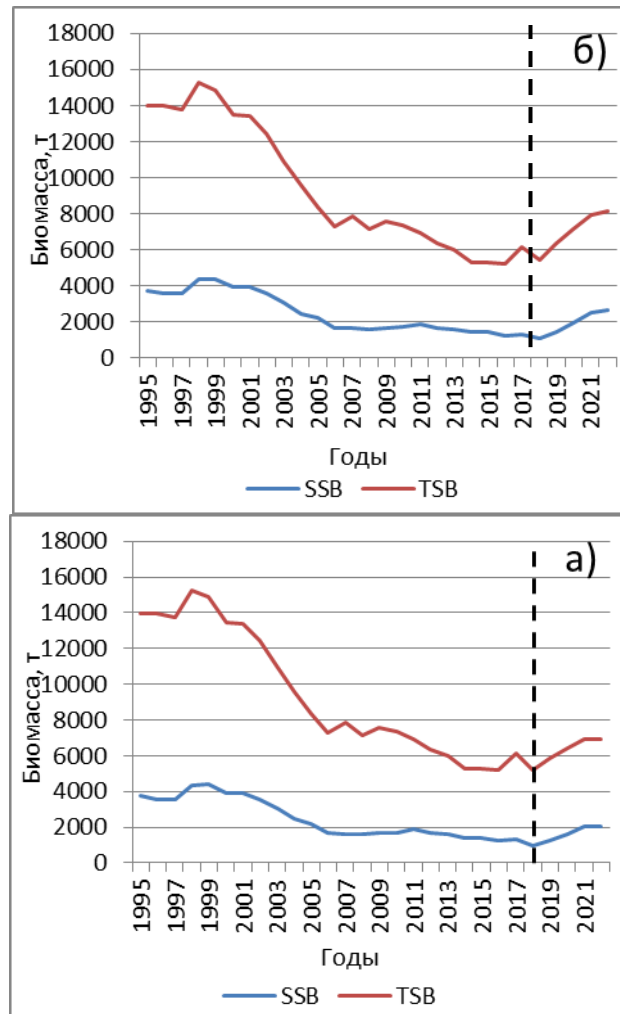


Рис. 4. Динамика биомассы общего запаса (TSB) и нерестового запаса (SSB)

- а) величина нелегального вылова равна его среднему объёму за последние 10 лет;
б) величина нелегального вылова равна его минимальному объёму за последние 10 лет
(после пунктирной линии – прогноз)

Биомасса нерестового запаса закономерно оказывается выше, чем более низкой задается промысловая смертность. Соответственно, максимальные расчетные значения биомассы в период с 2018 по 2022 гг. получены в случае при величине нелегального промысла, равной минимальному вылову за последнее десятилетие. Таким образом, можно предполагать, что соблюдение действующих запретов на промышленный и любительский вылов, а также продолжающееся сведение нелегального вылова к минимуму будет способствовать восстановлению нерестовой биомассы прибрежной МЭГ к 2022 г. до уровня 2004 г. – ориентировочно 2500 т.

Примечание: Автор выражает благодарность научному руководителю – к.б.н. А.Е. Бобыреву за ценные советы при проведении исследования, а также сотрудникам Байкальского филиала ФГБНУ «ВНИРО» за предоставленные биопромысловые данные о байкальском омуле.

Список литературы

- Алехин И.Е. 2005. Морфоэкологические особенности внутривидовой подразделенности байкальского омуля. Автореф. дис. канд. биол. наук. Тюмень: ТюмГУ. 24 с.
- Бабаян В.К., Бобырев А.Е., Булгакова Т.И., Васильев Д.А., Ильин О.И., Ковалев Ю.А., Михайлов А.И., Михеев А.А., Петухова Н.Г., Сафаралиев И.А., Четыркин А.А., Шереметьев А.Д. 2018. Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов. М.: ВНИРО, 312 с.
- Баранов Ф.И. 1918. К вопросу о биологических основаниях рыбного хозяйства. Известия отдела рыбоводства и научно-промысловых исследований 1(1), 84-128.
- Государственный доклад «О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2017 году». 2018. Иркутск: АНО «КЦ Эксперт», 340 с.
- Калягин Л.Ф., Майстренко С.Г. 1997. Динамика распределения морфо-экологических групп байкальского омуля по акватории Байкала. Экологически эквивалентные виды гидробионтов в великих озёрах мира. Мат. межд. симпозиума. Улан-Удэ, 33-35.
- Ильин О.И. 2009. Об одном методе оценки запасов и прогноза оду морских промысловых рыб на основе непрерывной модели динамики возрастной структуры популяции. Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана (13), 27-34.
- Майстренко С.Г., Майстренко М.А. 1998. Многолетняя динамика основных биологических показателей морфо-экологических групп байкальского омуля (*Coregonus autumnalis migratorius*, Georgi). Сибирский экологический журнал, 5, 417- 423.
- Петерфельд В.А., Соколов А.В. 2016. Современное состояние запасов омуля (*Coregonus migratorius*, Georgi) в озере Байкал. Рыбное хозяйство 3, 72 -75.
- Петухова Н. Г. 2019. Анализ современного состояния селенгинской популяции байкальского омуля *Coregonus migratorius*. Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2019». Отв. ред. И.А. Алешковский, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов. [Электронный ресурс].
- Смирнов В.В., Смирнова-Залуми Н.С., Суханова Л.В. 2009. Микроэволюция байкальского омуля *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi) [Microevolution of the Baikal omul *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi)]. Новосибирск. СО РАН, 246 с.
- Федеральное агентство по рыболовству, электронный ресурс - URL:<http://fish.gov.ru/press-tsentr/novosti/21374-rybookhrana-za-4-mesyatsa-iz-yala-bolee-3-tonny-nezakonno-dobyтого-omulya>.
- Beverton R.J., Holt S.J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. U.K. Min. Agr. Fish. Food Fish. Invest. Ser. 2. 19, 533.

Физиологическое состояние леща (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) Веселовского водохранилища в 2018 году

Е.М. Пискунова², А.В. Войкина^{1,2}, А.Р. Нейдорф², Л.А. Бугаев¹

¹Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), г. Ростов-на-Дону

²Донской государственный технический университет (ФГБОУ ВО ДГТУ), г. Ростов-на-Дону

e-mail: anna-vojkina@yandex.ru

Ключевые слова: лещ, Веселовское водохранилище, морфофизиологические показатели, резервные вещества, коэффициент упитанности.

Аннотация. Проведено комплексное исследование по оценке физиологического состояния леща из Веселовского водохранилища в течение годового цикла. Оценку проводили по содержанию конечных продуктов обмена веществ в тканях (мышцы, гонады, печень) рыб и морфофизиологическим индексам. Выявлено, что содержание белка и жира находилось в пределах нормы для рыб в исследуемый период. Установлено, что основным депонирующим органом липидов у производителей леща является печень, а белка – мышечная ткань. Физиологическое состояние леща из Веселовского водохранилища в 2018 году можно оценить, как хорошее; все показатели соответствовали данным многолетних наблюдений.

В XX столетии произошли значительные изменения в состоянии водных биоценозов юга России, связанные с зарегулированием стоков рек. Создание системы водохранилищ Западного Маныча оказало большое влияние на естественные запасы гидробионтов, так как, в целом, водохранилища имеют немаловажное значение для сохранения и воспроизводства водных биологических ресурсов. Опреснение и увеличение площади водного зеркала, как следствие создания водохранилищ, приводит к системному изменению экологического состояния гидроценоза, например, к значительному обогащению видового состава водных растений и увеличению биопродуктивности водоема. Рыбохозяйственное значение водохранилищ Манычского каскада было оценено в начале 60-х, когда общий улов составлял 2700 т. Затем уловы стали падать и проблема восстановления рыбохозяйственного потенциала водоемов стала актуальной (Круглова, 1962; Иванченко и др., 1997).

Веселовское водохранилище, водоем длиной почти 100 км, шириной 1-4 км, является искусственным опресненным водоемом, экосистема которого развивается на протяжении уже нескольких десятилетий. С 1935 по 1941 г. Веселовское водохранилище характеризовалось высокой рыбопродуктивностью среднегодовой улов достигал 1800 т, удельная рыбопродуктивность поднималась до 160 кг/г. Разрушение плотины, обмеление, заморы 1946-47 гг., значительно сократили размеры популяций всех хозяйственно ценных рыб, особенно пострадали полупроходные, такие как лещ, судак. После восстановления благоприятного гидрологического режима запасы ценных рыб постепенно возвращались к исходным показателям и даже увеличивались, что помогло стабилизировать состояние популяции. Однако высокий уровень антропогенного воздействия стабильно оказывает негативное влияние на состояние популяций ихтиофауны (Степаньян, 2014).

Лещ (*Abramis brama* Linnaeus, 1758) является ценным промысловым объектом. Однако общей тенденцией для водоемов юга России является снижение промыслового запаса леща, ухудшение товарного качества рыбы. По данным Азово-Черноморского территориального управления общий вылов в Веселовском водохранилище к окончанию 2012 г. составил около 370 т, всего 16 т из которых составлял улов леща. Для сохранения рыбопромыслового потенциала Веселовского водохранилища необходима полная информация о экологическом и физиологическом потенциале популяции леща в динамике.

Цель настоящей работы – оценить физиологическое состояние производителей леща, обитающего в Веселовском водохранилище, в течение годового цикла. Изучение качественной структуры популяции леща осуществлялось на основе проб, взятых из промысловых уловов в Веселовском водохранилище в весенний и осенний периоды 2018 г. Сбор и обработку материала осуществляли по стандартным, общепринятым в отечественной ихтиологии методикам (Чугунова, 1959; Правдин, 1966). У особей измеряли длину, массу тела, определяли пол и стадию зрелости половых продуктов. Возраст леща определяли по чешуе, взятой выше боковой линии под спинным плавником, с помощью оптического прибора (бинокуляр – МБС 10). Содержание липидов определяли весовым методом, содержание белка – по методу Кьельдаля (ГОСТ 7636-85). Полученные данные подвергали статистической обработке по стандартным методикам (Аксютин, 1968; Плохинский, 1980). Вычисления осуществляли с помощью программы «Microsoft Excel», достоверность различий между выборками оценивали по t-критерию Стьюдента.

В преднерестовый период выборка производителей леща была представлена самцами в возрасте 5-6 лет с гонадами II и IV стадии зрелости и самками в возрасте 5-8 лет с гонадами II, III, IV-V стадии зрелости. Половые железы по своему морфологическому состоянию соответствовали норме. Патологических изменений в развитии гонад не было отмечено. Гонадосоматический индекс у самок по мере созревания гонад увеличивался от 1,08% до 17,56%, у самцов – от 1,08% до 1,66% (табл.).

В осенний период были обследованы производители леща в возрасте 3+ – 5+. Гонады самцов были II и III–IV стадии зрелости, самок – II–III и III–IV стадии зрелости. Гонадосоматический индекс, как и в весенний период, увеличивался по мере созревания гонад: у самок от 1,11% до 8,7%, у самцов – от 0,23% до 5,3%. По результатам визуального осмотра отклонений в развитии гонад и других внутренних органов не обнаружено.

Упитанность и жирность – жизненно важные для организма рыб показатели, поскольку они отражают единый процесс – приход и расход энергии. Упитанность и жирность косвенно отражают липидный обмен, который чутко реагирует на изменения как внешних условий, так и внутреннего состояния организма. О степени жиронакопления можно косвенно судить по коэффициентам упитанности (Шайдуллина, 2009). Коэффициент упитанности по Фультону в исследуемые периоды варьировал от 1,54 до 1,76, при среднем значении 1,68. Данные показатели находились в пределах среднесезонных величин, межполовых различий не отмечалось. По содержанию жира в мышечной ткани лещ относится к «среднежирным» рыбам, у которых жировые запасы не являются главным источником энергии. Количественно изменения в содержании жира в мышцах рыб было отмечено у лещей разного пола в весенний сезон. Так содержание жира в мышцах зрелых самцов, в среднем, составляло 7,7%, с гонадами II стадии зрелости – 5,5%. У самок количество жира в мышцах варьировало от 3,3% до 5,6%, при среднем значении 3,9%. В осенний сезон достоверных отличий в содержании жира в мышечной ткани у самок и самцов не было выявлено. Данный показатель у особей варьировал от 2,0% до 4,2%.

В весенний сезон значения гепатосоматического индекса, характеризующего функциональную активность печени, были достоверно выше, чем в осенний сезон. Можно предположить, что к этому времени организм производителей леща до конца не восстановился после нереста, о чем свидетельствуют низкие значения относительной массы печени и количество липидов в печени рыб. У самцов к осеннему сезону было отмечено уменьшение содержания жира в печени на 36%, у самок – на 34 – 60%. Следует отметить, что количество белка в мышцах самок и самцов леща по мере созревания гонад уменьшается. В весенний сезон содержание белка у зрелых самцов составляло 99,1%, у зрелых самок – 95,7%. У самок и самцов с гонадами II–III стадии зрелости количество белка составляло 125,4% и 111,3% соответственно. В осенний сезон значения содержания белка у рыб с гонадами III–IV стадии зрелости были выше, чем в весенний период; у самок количество белка составляло 124,0%, у самцов – 110,8%. Количество белка в мышечной ткани у самок и самцов с гонадами II стадии зрелости составляло 116,5% и 75,0% соответственно.

Уменьшение содержания белка у производителей леща в весенний сезон связано с его расходом в процессе нереста рыб, как источника энергии.

Таблица. Показатели физиологического состояния леща из Веселовского водохранилища в 2018 году

| Период наблюдения | Весенний период | | | | | Осенний период | | | |
|-------------------------|-----------------|------------|------------|------------|------------|----------------|------------|------------|------------|
| | Самцы | | Самки | | | Самцы | | Самки | |
| Пол | | | | | | | | | |
| Возраст, лет | 6 | 5 | 7, 8 | 6 | 5 | 5+ | 3+, 4+ | 4+, 5+ | 3+ |
| Стадия зрелости гонад | IV | II | IV-V | III | II | III-IV | II | II-III | III-IV |
| Длина, см | 32,0±0,8 | 25,4±0,7 | 36,8±1,8 | 32,0±1,6 | 29,6±2,1 | 29,3±1,2 | 24,9±1,9 | 26,4±0,9 | 21,0±0,9 |
| Масса, г | 577,0±2,5 | 284,5±14,6 | 835,5±62,5 | 549,0±23,8 | 235,0±0,29 | 548,0±45,9 | 267,0±89,0 | 323,8±37,3 | 211,0±12,3 |
| Масса тушки, г | 498,0±3,0 | 246,5±12,1 | 640,0±48,0 | 432,0±18,5 | 235,0±0,29 | 435,0±39,6 | 220,0±80,0 | 275,2±32,7 | 160,0±11,7 |
| Коэффициент упитанности | 1,76±0,01 | 1,75±0,08 | 1,68±0,07 | 1,69±0,11 | 1,54±0,05 | 1,76±0,02 | 1,66±0,19 | 1,76±0,07 | 1,73±0,01 |
| Масса печени, г | 7,5±0,9 | 3,2±0,3 | 10,9±1,2 | 8,5±0,7 | 2,88±0,6 | 4,7±1,4 | 2,7±1,1 | 2,5±0,3 | 1,6±0,2 |
| Масса гонад, г | 8,3±1,0 | 2,6±0,3 | 112,0±3,0 | 64,0±0,9 | 2,24±0,6 | 29,2±5,6 | 0,7±0,3 | 3,7±0,8 | 18,4±2,1 |
| Индекс печени, % | 1,51±0,19 | 1,31±0,11 | 1,72±0,32 | 1,96±0,17 | 1,40±0,12 | 0,9±0,7 | 0,97±0,11 | 0,80±0,09 | 0,7±0,8 |
| Индекс гонад, % | 1,66±0,21 | 1,08±0,11 | 17,56±0,85 | 14,81±0,45 | 1,08±0,13 | 5,3±0,6 | 0,23±0,05 | 1,11±0,18 | 8,7±0,9 |
| Белок мышц, мг/г | 99,1±6,7 | 111,3±4,5 | 95,7±1,2 | 113,6±3,2 | 125,4±3,6 | 75,0±3,5 | 110,8±11,5 | 116,5±7,5 | 124,0±7,6 |
| Белок гонад, мг/г | 96,5±2,3 | 99,2±6,1 | 94,3±2,3 | 118,9±2,8 | 123,1±2,1 | 98,0±2,7 | 101,4±9,5 | 112,7±4,8 | 126,0±8,4 |
| Белок печени, мг/г | 89,7±3,4 | 102,4±4,9 | 93,2±2,1 | 119,7±4,1 | 120,9±5,3 | 97,0±5,1 | 105,8±8,8 | 118,5±11,5 | 118,0±6,9 |
| Влага мышц, % | 82,8±1,4 | 85,6±3,5 | 82,2±0,5 | 82,5±0,9 | 82,5±0,3 | 80,5±0,7 | 81,6±0,1 | 78,9±1,3 | 79,7±0,8 |
| Влага гонад, % | 84,7±2,0 | 70,9±9,2 | 65,3±3,5 | 61,3±2,7 | 83,6±0,7 | 75,6±2,1 | 49,1±5,3 | 73,3±4,1 | 76,4±2,2 |
| Влага печени, % | 75,1±1,1 | 78,6±1,4 | 77,3±1,3 | 78,1±0,8 | 80,0±0,4 | 76,5±1,2 | 81,1±0,75 | 78,8±0,8 | 82,8±4,1 |
| Жир мышц, %* | 7,1±0,8 | 5,5±1,4 | 4,3±1,4 | 3,3±0,7 | 4,1±0,3 | 2,0±0,9 | 3,0±1,2 | 2,8±0,3 | 3,8±0,7 |
| Жир гонад, %* | 22,2±4,0 | 24,4±1,4 | 31,8±0,7 | 38,6±4,8 | 23,3±2,4 | 27,6±3,2 | 48,0±1,6 | 29,0±3,9 | 15,8±2,1 |
| Жир печени, %* | 37,7±4,5 | 25,0±1,4 | 33,0±3,0 | 40,1±2,3 | 27,9±4,4 | 24,0±2,4 | 16,1±3,6 | 18,5±2,0 | 10,5±1,6 |

Примечание * - На сухое вещество

Исходя из полученных данных, можно заключить, что резервные вещества у производителей леща аккумулируются в виде белка в мышцах и жира в печени рыб. В целом

можно сказать, что значения показателей обмена веществ в тканях производителей леща находилось на уровне среднемноголетних величин.

Список литературы

Аксютин В.М. 1968. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищевая промышленность, 288 с.

ГОСТ 7636–85 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа.

Иванченко И.Н., Витковский А.З., Белоусов В.Н. 1997. Современное состояние промысловых рыб в водохранилищах Манычского каскада. Сборник научных трудов «Основные проблемы рыбного хозяйства и охрана рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна» (1993-1995 гг.). Ростов-на-Дону: АзНИИРХ, 221-224.

Круглова В.М. 1962. Веселовское водохранилище. Ростов-на-Дону: Изд. РГУ, 115 с.

Плохинский Н.А. 1980. Алгоритмы биометрии. М.: Изд-во МГУ, 150 с.

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

Степаньян О.В., Старцев А.В. 2014. Современное состояние биоты водоемов Кума-Манычской впадины: Усть-Манычского, Веселовского, Пролетарского и Чограйского водохранилищ. Аридные экосистемы 20(2(59)), 59-69.

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

Шайдуллина Ж.М. 2009. Сезонная и возрастная динамика морфофизиологических показателей леща реки Урал. Автореф. дис. канд. биол. наук. Астрахань: ФГОУ ВПО АГТУ, 24 с.

Сравнение морфо-биологических характеристик морского ерша *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758 Кавказского шельфа Черного моря (Большой Утриш, Магри, Адлер)

А.А. Полин^{1,2}, Т.В. Денисова², Н.В. Попова³

¹Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), г. Ростов-на-Дону

²Южный федеральный университет («ЮФУ»), г. Ростов-на-Дону

³Кубанский государственный университет («КубГУ»), г. Краснодар

e-mail: polin_a_a@azniirkh.ru

Ключевые слова: морской ерш, кавказский шельф Черного моря, Большой Утриш, Магри, Адлер, промысловая длина, масса тела, питание, пластические признаки, меристические признаки.

Аннотация: в работе представлены результаты сравнения морфо-биологических характеристик морского ерша трех прибрежных акваторий Черного моря (в районе Большого Утриша, Магри и Адлера). Приведены данные о линейно-массовых показателях особей, половой принадлежности и питании, с применением методов вариационной и многомерной статистики проанализированы значения девяти меристических и 44 пластических признаков особей разных акваторий.

В настоящее время морской ерш *Scorpaena porcus* Linnaeus, 1758 – обычный, а местами доминирующий вид в прибрежных сообществах черноморских рыб. Хищный образ жизни и практически полное отсутствие врагов фактически ставят морского ерша на вершину трофической цепи аккумуляции энергии (Пашков, 2001). Одной из отличительных черт его биологии является оседлый донный образ жизни взрослых рыб, что создает предпосылки к формированию субпопуляций, приуроченных к отдельным районам моря.

Целью работы являлось проведение сравнительного анализа морфо-биологических характеристик морского ерша трёх участков Кавказского шельфа Черного моря.

Материалом для данной работы послужили выборки особей морского ерша, отловленных с помощью жаберных сетей весной–летом 2018 г. в трех прибрежных акваториях Черного моря (Большой Утриш, Магри, Адлер). Объем изученной выборки составил 134 экз., в т.ч. Большой Утриш – 44, Магри – 46, Адлер – 44 экз. Пойманные рыбы подвергались стандартной процедуре биологического анализа, а также морфометрическому анализу по девяти меристическим и 44 пластическим признакам.

Пластические признаки измерялись по дополненной схеме А.И. Смирнова (1986). Для нивелирования влияния фактора размерности особей, признаки тела (включая длину головы – lc) нормировались на длину тела без хвостового плавника – SL , признаки головы – на длину головы и выражались в процентах.

Установлено, что в исследованной выборке из трех акваторий северо-восточной части Черного моря встречались особи с промысловой длиной (SL) от 68 до 228 мм при среднем значении $132,7 \pm 2,73$ мм и с массой тела (m) от 10,0 до 394,2 г при средней – $96,9 \pm 6,14$ г. Морские ерши района Большого Утриша ($SL = 158,1 \pm 4,70$ мм, $m = 152,9 \pm 12,17$ г) статистически достоверно были крупнее (и по длине, и по массе) особей акваторий Магри ($SL = 118,3 \pm 3,78$ мм, $m = 67,5 \pm 7,61$ г) и Адлера ($SL = 120,6 \pm 2,79$ мм, $m = 67,7 \pm 4,38$ г). При этом различия в линейно-массовых показателях особей Магри и Адлера имели статистически недостоверный характер.

Среди изученных рыб преобладали самки – 67 экз., или 50,0% от общего количества изученных рыб. Численность самцов составила 43 особи или 32,1% от объема выборки.

К неполовозрелым было отнесено 24 особи (17,9%). Соотношение половозрелых особей в разных акваториях отличалось: у побережья Магри в уловах несколько преобладали самцы (♂♂ – 45,5%, ♀♀ – 22,7 %, J – 31,8%), у побережья Большого Утриша (♂♂ – 41,3 %, ♀♀ – 52,2%, J – 6,5%) и Адлера (♂♂ – 22,7%, ♀♀ – 75,0%, J – 22,7%) количественно доминировали самки.

В исследованных желудках морских ершей обнаружены кормовые объекты, относящиеся к восьми видам животных. Ярко выраженного доминирующего кормового объекта, преобладавшего по численности в ЖКТ рассматриваемых особей, не выявлено. В целом, наиболее многочисленными объектами питания являлись крабы (преимущественно краб-водолюб – *Xantho poressa* и костные рыбы (преимущественно барабуля черноморская – *Mullus barbatus ponticus*).

При сравнении девяти меристических и 44 пластических признаков морских ершей разных акваторий с помощью t-критерия Стьюдента, было установлено, что ерши района Большого Утриша и Магри статистически достоверно различались по 29 признакам, Адлера и Магри – по 28 признакам. У «утришских» и «адлерских» особей достоверные различия выявлены лишь по 13 признакам.

Дополнительно для оценки степени сходства особей, отловленных в разных акваториях, был использован дискриминантный анализ по комплексу морфологических признаков. Его результаты свидетельствуют о том, что особи каждой акватории обладают определенным комплексом морфологических признаков, позволяющим в большинстве случаев успешно определять их географическую принадлежность.

Средняя точность отнесения особей к априори выделенным группам по географической принадлежности составила 93,3%. В группе «Магри» она достигла 97,7%. В других группах точность отнесения изменялась от 90,9% («Адлер») до 91,3% («Большой Утриш»).

Вклад рассмотренных морфологических признаков в разделение предварительно выделенных групп был различным. Наиболее сильное влияние на разделение групп оказывали значения следующих показателей: длина головы, высота мягкой части спинного плавника, длина анального плавника, антедорсальное расстояние и ширина лба.

Полученные результаты в определённой степени подтверждают сделанное нами первоначально предположение о возможности существования в Черном море субпопуляций морского ерша, отличающихся биологическими и морфометическими характеристиками.

Список литературы

- Пашков А.Н. 2001. Ихтиофауна прибрежного шельфа Черного моря в полигалинных акваториях: автореферат дис. ... канд. биол. наук. М., 25 с.
- Смирнов А.И. 1986. Окунеобразные, скорпенообразные, камбалообразные, удильщикообразные, присоскопёрообразные. Фауна Украины. Рыбы. 4. 384 с.

Анализ материалов гидроакустической съемки каспийских килек в средней части Каспийского моря в летний период 2019 г.

Т.В. Помогаева

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г.Астрахань
e-mail: pomogatyana@mail.ru

Ключевые слова: гидроакустические исследования, каспийская килька, Средний Каспий, эхоинтенсивность, эхограмма, плотность скоплений килек.

Аннотация. Исследовалось поведение и распределение каспийских килек в средней части Каспийского моря. Оценивались материалы гидроакустической съемки в июле-августе 2019 года, охватывающей акваторию с глубинами от 30 до 800 метров. Полученные данные, описывающие особенности поведения килек в летний период, могут быть использованы при организации килечного промысла в средней части Каспийского моря.

Цель работы – определение нового перспективного района для промысла килек – глубоководной части Среднего Каспия.

Исследования каспийских килек проводились в июле-августе 2019 года гидроакустическим комплексом «Simrad» ЕК-60 (Норвегия) со стационарно установленными антеннами с расщепленным лучом на 38 и 120 кГц на НИС «Исследователь Каспия». На глубинах до 100 м учитывались показания антенны частотой 120 кГц. На глубинах более 100 м использовались показания антенны частотой 38 кГц. Особое внимание уделялось вечерним и ночным эхограммам, где видовые характеристики килек выражены ярче.

Эхозаписи килек в восточной части Каспийского моря над глубинами до 100 м (рис. 1) были неярко выраженными. Плотность скоплений варьировала от 80 до 200 m^2/nmi^2 .

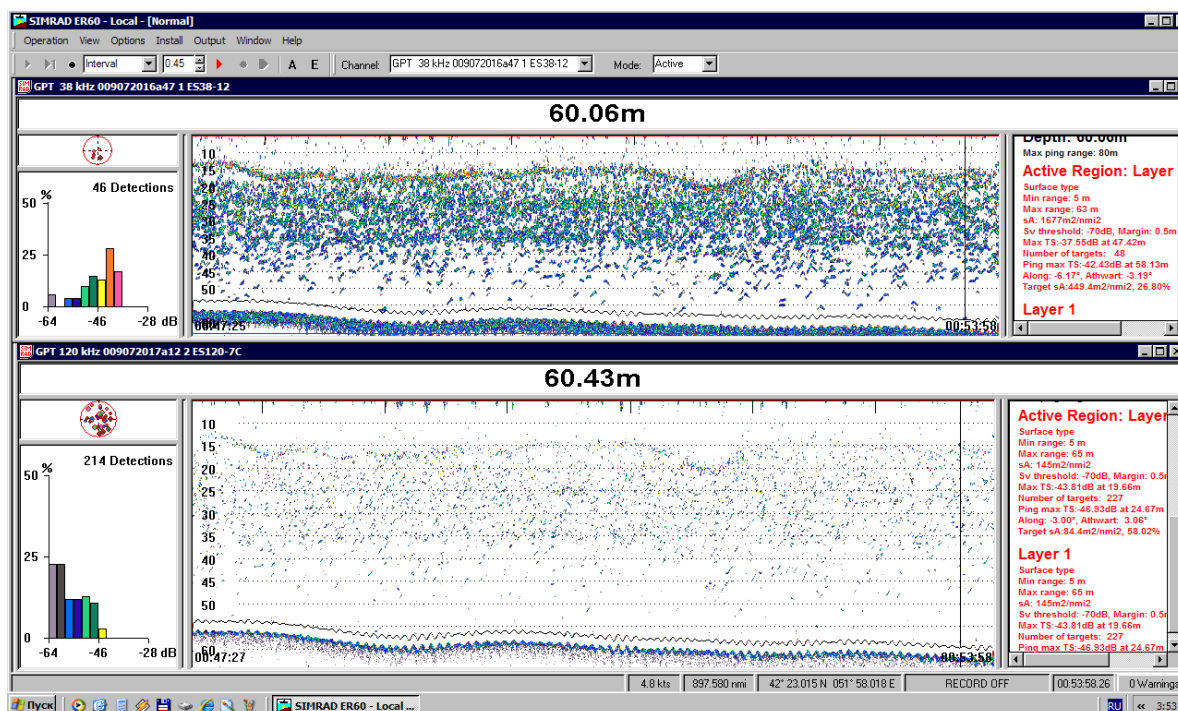


Рис. 1. Эхозапись килек (42°23' с.ш., 51°58' в.д.), глубина 60 м.
Эхоинтенсивность 145 m^2/nmi^2

С увеличением глубин плотность скоплений достигала $400-500 \text{ m}^2/\text{nm}^2$. Следует отметить, что на акватории Дербентской впадины наблюдались выбросы газа из грунта, похожие на выбросы сероводорода (рис. 2). При постобработке эти файлы рассматривались в особом порядке, чтобы не исказить картину распределения каспийских килек.

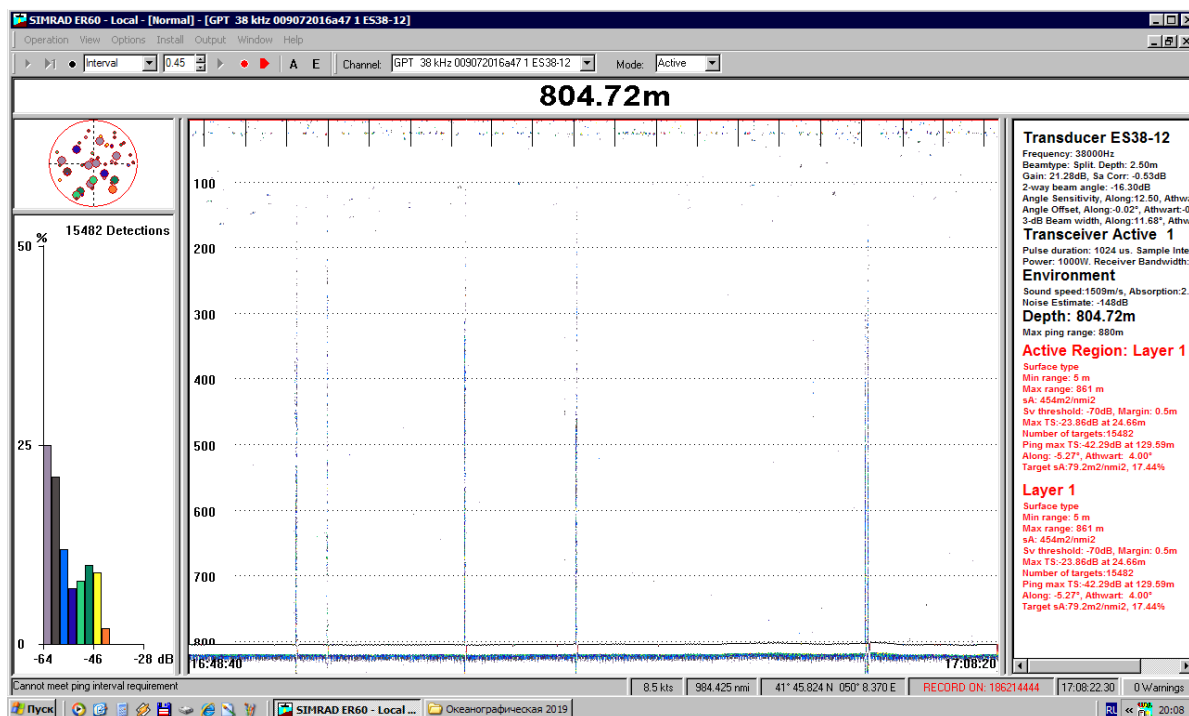


Рис. 2. Эхозапись килек ($41^{\circ}45'$ с.ш., $50^{\circ}08'$ в.д.), глубина 804 м.
Эхоинтенсивность $454 \text{ m}^2/\text{nm}^2$

При отсутствии выбросов показатель эхоинтенсивности в выделенном слое составил $1031 \text{ m}^2/\text{nm}^2$, показатель общей эхоинтенсивности был равен $888 \text{ m}^2/\text{nm}^2$. Скопления каспийских килек распределялись в виде дорожек в верхнем 50-метровом горизонте (рис. 3).

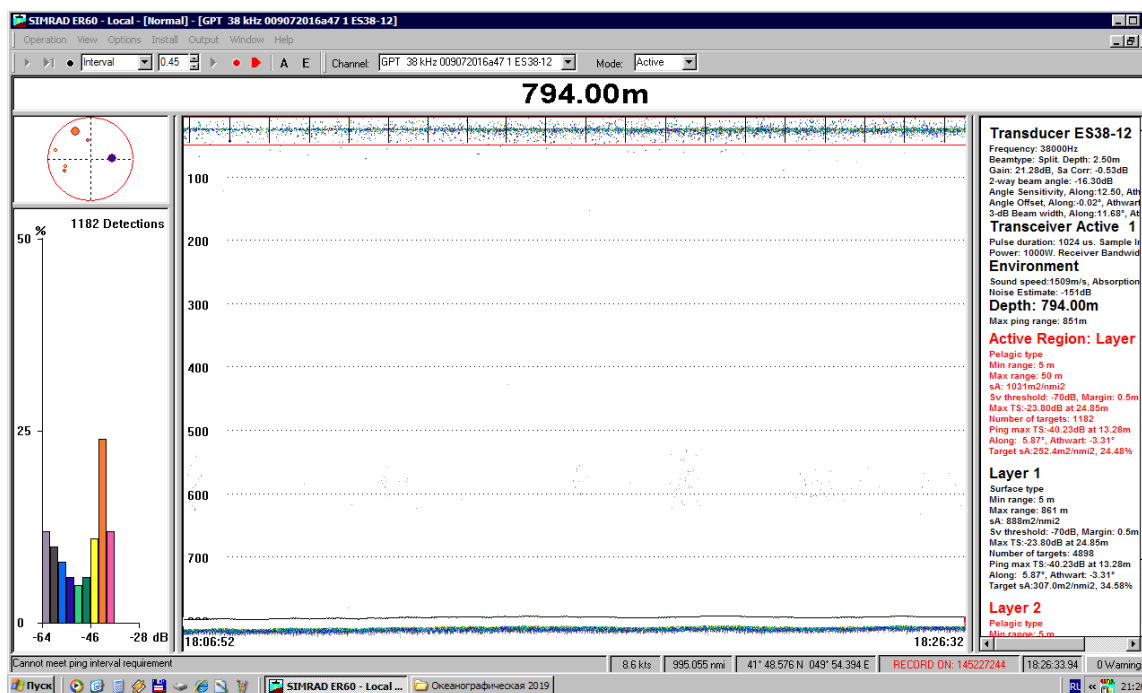


Рис. 3. Эхозапись килек ($41^{\circ}48'$ с.ш., $48^{\circ}54'$ в.д.), глубина 794 м

Эхоинтенсивность $888 \text{ m}^2/\text{nm}^2$. Эхоинтенсивность в выделенном слое $1031 \text{ m}^2/\text{nm}^2$.
 В западной части Среднего Каспия над глубинами до 100 м (рис. 4) прослеживалась четкая дорожка записи килек, эхоинтенсивностью от 200 до $350 \text{ m}^2/\text{nm}^2$.

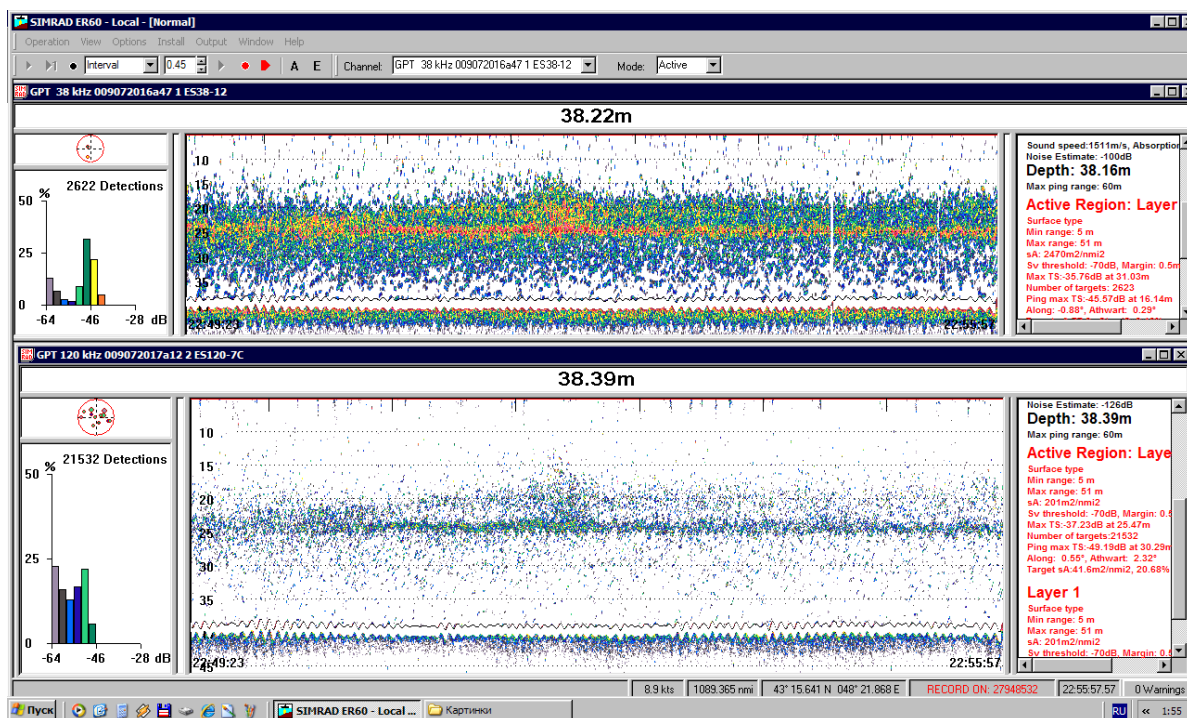


Рис. 4. Эхозапись килек ($43^{\circ}15'$ с.ш., $48^{\circ}21'$ в.д.), глубина 38 м.
 Эхоинтенсивность $201 \text{ m}^2/\text{nm}^2$

В юго-западной части Среднего Каспия над глубинами 300-600 м значения эхоинтенсивности превышали показатель $1000 \text{ m}^2/\text{nm}^2$, уменьшаясь к западу акватории (рис. 5, рис. 6).

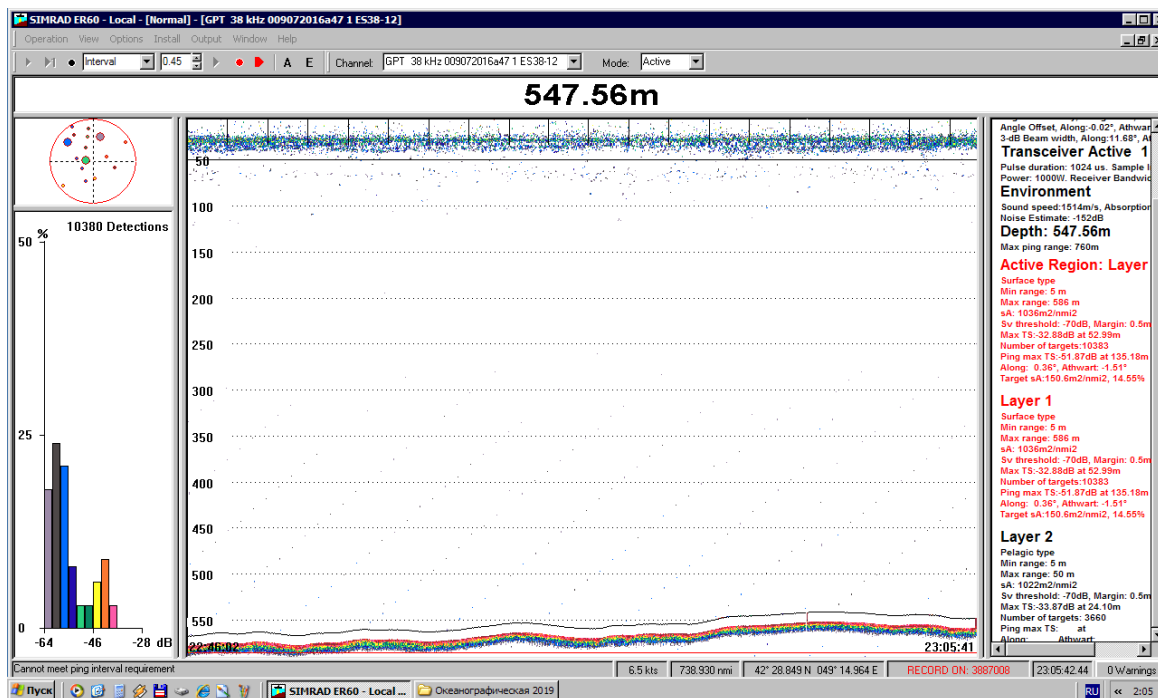


Рис. 5. Эхозапись килек ($42^{\circ}28'$ с.ш., $49^{\circ}14'$ в.д.), глубина 547 м.
 Эхоинтенсивность $1036 \text{ m}^2/\text{nm}^2$. Эхоинтенсивность в выделенном слое $1022 \text{ m}^2/\text{nm}^2$

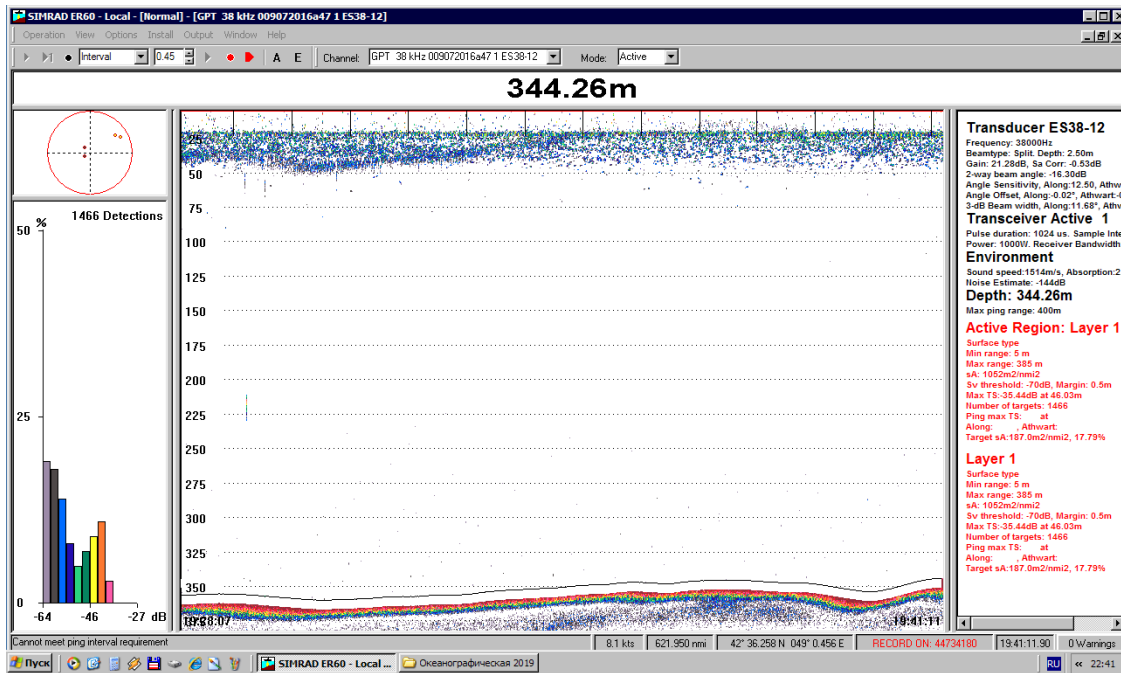


Рис. 6. Эхозапись килек (42°36' с.ш., 49°00' в.д.), глубина 344 м.
 Эхоинтенсивность 1052 м²/nm²

Над глубинами 150-300 метров значения эхоинтенсивности снижались, не превышая показатель 1000 м²/nm² (рис. 7). В отличие от рис. 5 и 6 дорожка килек была расположена в 25 метровом горизонте. Тогда, как над большими глубинами растягивалась в горизонте от 20 до 50 м.

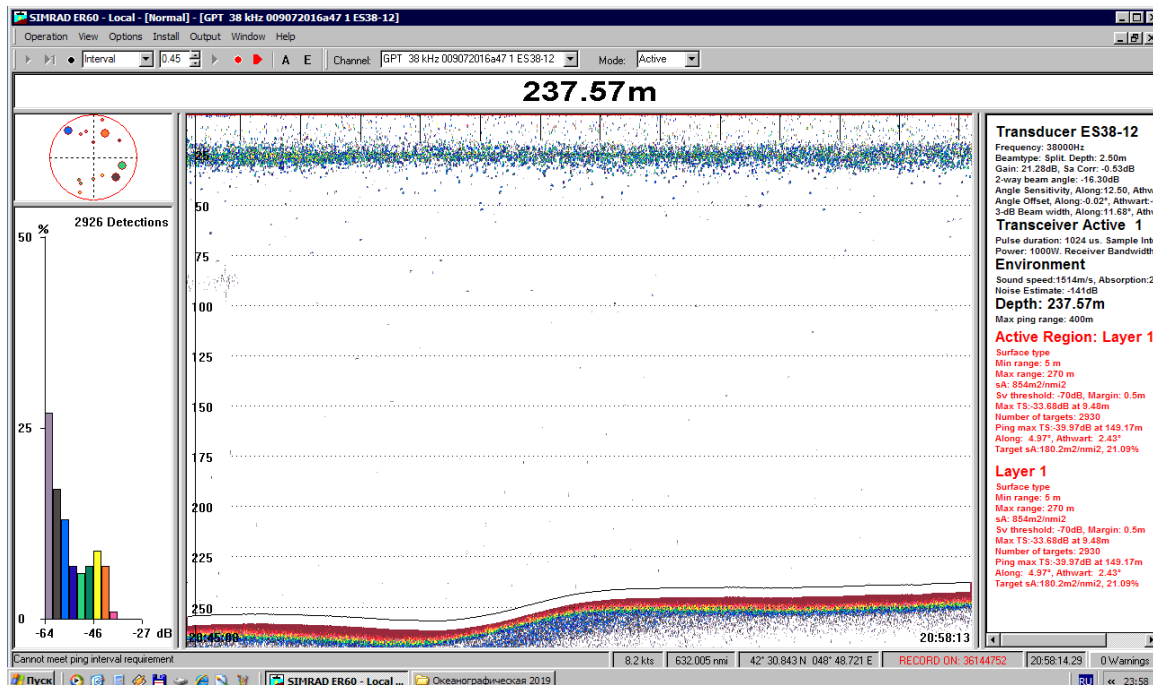


Рис. 7. Эхозапись килек (42°30' с.ш., 48°48' в.д.), глубина 237 м.
 Эхоинтенсивность 854 м²/nm²

На рисунках 5, 6 и 7 представлены типичные эхограммы ночных записей каспийских килек, распределяющихся в верхних слоях воды.

В методических рекомендациях по проведению гидроакустических съемок килек в Каспийском море (1990) указано, что промысловыми скоплениями принято считать скопления килек с плотностью свыше 50 т/миля². Коэффициент пересчета от эхоинтенсивности к плотности скоплений варьирует от 0,1 до 0,2, в среднем составляя 0,17, в зависимости от размерно-весовых характеристик рыб. Например, на рис. 7 значение эхоинтеграла достигало 854 m²/nmi², что соответствует 145 т/миля². Следует учитывать, что в летний период в ночное время кильки концентрируются в верхнем 50-метровом слое.

Выводы. Анализ материалов гидроакустической съемки, проведенной в июле-августе 2019 года, показал, что промысловые концентрации килек формируются не только в районах свалов, но и над большими глубинами. Такие скопления можно считать вполне пригодными для промышленного освоения.

Список литературы

Методические рекомендации по проведению гидроакустических съемок запасов килек в Каспийском море. 1990. Мурманск: ПИПРО - КаспНИРХ, 90 с.

Основные компоненты ихтиофауны озера Сартлан

Н.Н. Разаков¹, Д.Л. Сукнев², И.В. Поздняк²

¹ФГОУ «Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск

²Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Новосибирск

Ключевые слова: Сартлан, карась (*Carassius gibelio*), окунь (*Perca fluviatilis*), сазан (*Suprinus carpio*), фитопланктон, макрофиты, зоопланктон.

Аннотация. Представлены результаты ихтиологических исследований, проведённых июль-августе 2018 года на о. Сартлан. Основные промысловые виды рыб: карась, окунь и сазан. По данным исследований карась представлен возрастной группой от 1 до 3+ лет. Масса рыб лежала в пределах от 286-392 г. У окуня возраст составил также от 1-3+ лет, масса 84-420 г. Сазан представлен особями 2 – 4+ лет с массой 442-1110 г. Основу биомассы кормовой база составляют фитопланктон, макрофиты и зоопланктон.

Озеро Сартлан расположено в центральной части Западно-Сибирской низменности на границе лесостепной и степной зоны, характеризующейся полузасушливым климатом с циклическим чередованием влажных и сухих фаз различной выраженности. Климат этого района резко континентальный с холодной зимой и теплым летом. Среднегодовая температура июля + 18,9 °С, января – 19,2-19,6 °С. Холодный период длится 179 дней (Гаджиев, 1996).

Главным источником воды для озера служат атмосферные осадки. Годовое количество осадков 300- 380 мм. В мае-июне выпадает 70-80 мм, в августе-сентябре – 80-85 мм. Основная прибыль воды происходит в апреле-мае за счет паводковых вод. Весенний сток составляет 84% годового. Затем уровень падает, а при дождливой осени вновь несколько поднимается. На летне-осеннюю межень приходится 16% годового стока (Гаджиев, 1996).

Кормовая база озера и ее продуктивность.

Фитопланктон. Водоросли планктона, связывая в процессе фотосинтеза значительное количество углерода, способствуют пополнению запасов органических (автохтонных) соединений в экосистеме водоема, а также вовлекают в кругооборот биогенные элементы, находящиеся в толще донных отложений. Они не только играют основную роль в обеспечении консументов пищей, но и являются главным структурообразующим элементом водных экосистем.

За период исследования в фитопланктоне оз. Сартлан и в водоемах его бассейна обнаружено 142 вида водорослей, представленных 165 видами, разновидностями и формами, включая типовые (Ермолаев, 1989). Ведущими по численности являются зеленые водоросли (97 шт.), среди них особенно разнообразен состав хлорококковых, на которые приходится 50,7%. На втором месте находятся синезеленые водоросли (47 шт.), участие диатомовых (10 шт.) и водорослей других отделов (11 шт.) незначительно.

Основной видовой состав фитопланктона оз. Сартлан остается почти неизменным при наибольшем его развитии летом и осенью, причем наиболее богат по составу фитопланктон в июне и августе.

Макрофиты. Растительный покров акватории озера и его побережья всегда зависит от особенностей морфологии озера. Озеро Сартлан имеет черты, характерные большинству озёр Барабинской низменности: малые глубины, пологие берега. Слабый поверхностный сток предопределяет зависимость уровня воды от динамики климатических условий (Кравцов, 1999). Слабая дренированность территории определяет формирование на гидроморфных элементах рельефа вокруг озера временно или постоянно увлажнённых участков, где формируются займища, болота, озёра-спутники. Эти котловины заняты

гидрофильной растительностью, которая имеет возможность обмена диаспорами высших водных растений с акваторией озера через временные и постоянные водотоки. За счёт этого увеличивается возможное число видов флоры озера Сартлан. Прибрежная территория и мелководья создают условия для формирования рдестовых формаций. В акватории – преимущественно, рдеста гребенчатого, ближе к побережью в ассоциации отмечено участие рдеста крупноплодного (вид ранее не отмечался для Сартлана), в протоках, копанцах с наибольшим течением развиты популяции рдеста пронзеннолистного. Периодически затапливаемое побережье занято солонцеватыми злаково-разнотравными лугами в разной степени развития и деградации.

Зоопланктон оз. Сартлан. В составе зоопланктона оз. Сартлан и его придаточной системы за период с 1979 по 2010 гг. отмечено 62 таксона, из них в самом озере – 44: коловраток – 15, ветвистоусых – 20, веслоногих рачков – 9. В основном это эвригаллинные виды (галоксены), распространенные в пресных и слабосоленых водоемах, относящиеся к озерно-прудовой фауне. Однако, наряду с ними встречаются и галобионты – *Hexarthra oxure* Zernov, *Arctodiaptomus salinus* Daday.

В последнее десятилетие в зоопланктоне озера отмечено 21-32 таксонов, из них 3-7 – коловраток, 12-17 – ветвистоусых и 6-8 – веслоногих рачков, однако основу численности и биомассы составляют всего несколько видов: из коловраток – *Asplanchna priodonta* Gosse, *Brachionus calyciflorus* Poll., *Keratella quadrata* O.F.M., *Filinia longiseta* Ehrenberg; из ветвистоусых рачков – *Daphnia longispina* O.F.M., *Diaphanosoma brachyurum* (Lievin), *Ceriodaphnia reticulata* (Jurinae), *Bosmina longirostris* (O.F.M.); из веслоногих *Cyclops strenus*.

В начале XX века зоопланктон озера по данным П.Л. Пирожникова (1929) отличался низкими качественными показателями. Им отмечено всего 8 видов, из них два – коловратки и по три вида кладоцер и копепод. В 1984 г. с повышением уровня озера значительно изменился и состав гидрофауны: количество видов зоопланктона увеличилось до 40 (коловраток – 13, ветвистоусых рачков – 19, веслоногих – 8) (Прусевич, 1984).

Формирование ихтиоценоза оз. Сартлан. В неогене на территории Евразии к северу от 44° с.ш. сформировался единый бореальный равнинный фаунистический комплекс, по составу адекватный трем фаунистическим комплексам по Никольскому (1948; 1953) – древнему верхнетретичному (сазан (*Cyprinus carpio*), осетр (*Acipenser*), сом (*Silurus glanis*), равнинному бореальному (серебряный карась (*Carassius gibelio*), окунь (*Perca fluviatilis*), щука (*Esox lucius*), плотва (*Rutilus rutilus*), линь (*Cucumis melo*) и понтокаспийскому пресноводному (лещ (*Abramis brama*), судак (*Sander lucioperca*), уклея (*Alburnus alburnus*). Четвертичное похолодание климата в Сибири вызвало временное обеднение видового состава комплекса в некоторых районах его распространения, но способствовало проникновению вселенцев (сиговые, налим) из северных областей (арктический пресноводный фаунистический комплекс) (Никольский, 1953; Яковлев, 1964).

Впервые вопрос об интродукции в Сартлан новых видов рыб был поставлен Березовским (1927) и обоснован Пирожниковым (1929). Практическое осуществление намеченных Барабинским отделением ВНИОРХ мероприятий началось в 1927 г. и продолжалось до 1950-х гг. (Иоганзен, Петкевич, 1951).

Формирование ихтиоценоза оз. Сартлан. Очевидно, что при заселении озера сазаном, лещем, карпом и линею и др. не были учтены такие моменты, как гидрологическая неоднородность исходных водоемов с озером Сартлан. В итоге множественность решений отразилась малой эффективностью результатов. До 50-х годов XX столетия Сартлан продолжал оставаться плотвично-окуневым водоемом. Ихтиофауна озера была представлена 9 видами, из которых промысловое значение имели доминирующие виды – окунь, плотва и язь, малочисленные виды - сазан, караси и щука. Непромысловые виды – елец, линь.

Ихтиофауна. В настоящее время в озере обитает 9 видов рыб: окунь (*Perca fluviatilis*), язь (*Leuciscus idus*), плотва (*Rutilus rutilus*), елец (лат. *Leuciscus leuciscus*), щука (*Esox lucius*), серебряный и золотой карась (*Carassius gibelio*, *Carassius carassius*), и ежегодно зарыбляемые сазан (*Cyprinus carpio*) и пелядь (*Coregonus peled*). Среднегодовой вылов рыбы в оз. Сартлан за 50 лет составляет 835,4 т, на долю окуня приходится 404,5 т. Поскольку доля

окуня существенно преобладает над другими видами рыб, актуальными остаются задачи по изучению особенностей его экологии и динамики популяции в целях максимального использования продукционных особенностей вида.

Целью наших исследований явилось изучение возраста, длины и массы промысловых видов рыб: карася, сазана и окуня из озера Сартлан.

Материалы и методы исследования. Методика определения возраста рыб по чешуе.

Чешуя костистых рыб состоит из фибриллярной (коллагеновой) пластинки имеющие белковую основу, на которой сверху располагается минерализированный геалодентиновый слой. В процессе роста образуется одна пластинка, затем 2-я и т.д.

Геалодентиновый слой откладывается на чешуе в виде валиков или склеритов. В период быстрого роста откладываются широкие склериты, в период замедленного узкие склериты. Раздвинутые и сближенные (широкие и узкие) образуют годовую зону роста.

Годовым кольцом называется граница между узкими (зимними) и широкими (летними) склеритами.

Бывают:

Мальковые (малек переходит во взрослое состояние)

Покатные (частный случай малька) характерно для мигрирующих рыб

Нерестовые (во время нереста (после нереста))



Рис. 1. Определение возраста по чешуе (*Studfiles.net*).

И можно определять возраст по костям: используют жаб.крышки, челюстные кости, некоторые покровные кости головы, тела позвонков, уростиль.

Преимущества: годовые кольца просматриваются без заготовки аппаратов и без дополнительных колец.

Результаты и обсуждения. Результаты полученные при изучении коллекции предоставленных сотрудниками лаборатории ихтиологии Новосибирского отделения ВНИРО. Образцы были собраны летом 2018 г. при облове озере Сартлан.

По коллекции чешуи был определен возраст рыб. Длина и масса была измерена на водоеме в период вылова.

Таблица 1. Размерно-возрастная характеристики окуня, n = 18

| Возраст, лет | Общая длина, см | Абсолютная масса, г |
|--------------|-----------------|---------------------|
| 1 | | |
| M±m | 16,38±0,53 | 84,13±9,67 |
| Σ | 1,51 | 27,35 |
| 2 | | |
| M±m | 19,43±1,04 | 164,86±33,44 |
| Σ | 2,76 | 88,48 |
| 3 | | |
| M±m | 25,67±0,99 | 420,50±47,13 |
| Σ | 2,42 | 115,44 |

Среднегодовой прирост от возраста 1+ лет до 2+ общей длины составил 3,05 см и массы 84 г, а возрасте от 2+ до 3+ лет 6,24 см и масса 255,64 г. Относительный прирост массы от 1+ до 2+ лет составил 95,95%, а в возрасте 2+ - 3+ лет составил 155%.

Таблица 2. Размерно-возрастная характеристики сазана

| Возраст, лет | Длина, см | Масса, г | Пол |
|--------------|------------|----------------|-----|
| 2+ | | | М |
| M±m | 25,50±3,18 | 442,50±116,91 | |
| σ | 5,50 | 202,50 | |
| 3+ | | | М |
| M±m | 32,83±0,48 | 808,33±41,87 | |
| Σ | 1,17 | 102,55 | |
| 4+ | | | Ж |
| M±m | 35,79±2,66 | 1110,71±275,78 | |
| Σ | 7,03 | 729,65 | |

При изучение стада сазана в выборке 2+ и 3+ лет преобладали самцы, а в 4+ лет – самки (табл. 2). Среднегодовой прирост от возраста 1+ лет до 2+ общей длины составил 33,3% см и массы 45,3% , а возрасте от 2+ до 3+ лет 8,28% см и масса 27,23%. Созревания сазана наступает в возрасте 3+ года и в этот же период отмечается наиболее высокий темп роста, к возрасту 4+ темп роста снижается. Относительный прирост массы от 1+ до 2+ лет составил 83%, а в возрасте 2+ - 3+ лет составил 37%.

Таблица 3. Размерно-возрастная характеристики карася, n = 46

| Возраст, лет | Длина, см | Масса, г |
|--------------|------------|--------------|
| 1+ | | |
| M±m | 22,21±0,41 | 286,26±11,36 |
| Σ | 1,79 | 49,52 |
| 2+ | | |
| M±m | 24,11±0,27 | 410,00±13,27 |
| Σ | 1,17 | 57,85 |
| 3+ | | |
| M±m | 21,75±1,82 | 392,62±45,41 |

| | | |
|----------------------------|-------|--------|
| Σ | 7,70 | 192,67 |
| Среднее без учета возраста | 22,57 | 353,53 |

Среднегодовой прирост от возраста 1+ лет до 2+ общей длины составил 2,11 см и массы 123,74 г, а в возрасте от 2+ до 3+ лет происходит снижения длины на 3,64, а массы 17,38 г. Вероятно, это связано с выловом более крупных особей в возрасте 3+ лет. Относительный прирост массы от 1+ до 2+ лет составил 43%, а в возрасте 2+ – 3+ лет составил – 4%.

Выводы. Были изучены 3 вида рыб, обитающие в озере Сартлан–окунь, сазан и карась. Изучение было проведено без учета пола, возраст рыб определен по чешуе по методике И.Ф. Правдина. Масса у окуня была представлена рыбами 3 (1-3+) возрастов, масса в lim 84-420г. Сазан был представлен рыбами 2-4 + лет и массой в lim 442-1110г. Был определен пол рыб. В стаде была 38% самок и 62% самцов. Карась был представлен рыбами 1, 2, и 3 + лет, масса в lim 286 – 392 г.

Список литературы

Гаджиев И.М., Молоденков Л.В., Азьмука Т.И., Бейром С.Г., Бех, И.А. Бурлаченко Г.Ф., Васильев И.П., Воронина Л.В., Габеев В.Н. и др. 1996. Районы и города Новосибирской области (природно-экономический справочник) Новосибирск: Н. кн. изд., 520 с.

Ермолаев В.И. 1989. Фитопланктон водоемов бассейна озера Сартлан. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 95 с.

Кравцов В.М., Донукалова Р.П. 1999. География Новосибирской области. Новосибирск: ИНФОЛИО-пресс, 208 с.

Пирожников П.Л. 1929. К познанию озера Сартлан. Тр. Сиб. рыб.-хоз. станции 4(2) Красноярск, 116 с.

Прусевич Л.С. 1985. Питание молоди сиговых и использование ею кормовой базы озера Малый Сартлан. Озерное рыбоводство Западной Сибири. Тр. ГосНИОРХ 233, 75-84.

Никольский Г.В. 1965. Теория динамики численности стад рыб. Москва. Наука, 382 с.

Яковлев В.Н. 1964. История формирования фаунистических комплексов. Вопр. ихтиол. 4(1(30)), 10-22.

Березовский А.И. 1927. Рыбное хозяйство на Барабинских озерах и пути его развития. – Красноярск: Изд. Барабин. окр. испол. ком., 68 с.

Пирожников П.Л. 1929. К познанию озера Сартлан - Тр. Сиб. рыб.-хоз. станции 4(2), 116 с.

Иоганзен Б.Г., Петкевич А.Н. 1951. Акклиматизация раб в Западной Сибири. Тр. Барабинского отд. ВНИОРХ 5, 204 с.

Иоганзен Б.Г., Петкевич А.Н. 1951. Акклиматизация раб в Западной Сибири. Тр. Барабинского отд. ВНИОРХ 5, 204 с.

Егоров Е.В., Ермолаев В.И., Зайцев В.Ф., Вельчакова Л.Б., Прусевич Л.С., Ростовцев А.А., Соусь С.Н. 2014. Озеро Сартлан. Тюмень :ФГУП Госрыбцентр, 220 с.

<https://Studfiles.Net/Preview/3565577/Page:2/>-Определение возраста рыб по чешуе.

К биологии ротана *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 в водоемах южно-таежной подзоны Западной Сибири

С.Н. Решетникова^{1,2}, Е.А. Интересова^{1,2}

¹Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ЗапСибНИРО»), г. Новосибирск

²Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск
e-mail: sreshetnikova@list.ru

Ключевые слова: ротан-головешка *Perccottus glenii*, биологические инвазии, интродуценты, акклиматизанты, чужеродные виды рыб, Чулым, Обь, Западная Сибирь.

Аннотация. ротан-головешка *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 – один из девяти натурализовавшихся чужеродных видов рыб в бассейне р. Обь. В южно-таежной подзоне Западной Сибири он выявлен в 50,0% обследованных прудов, в 22,0% пойменных и единственном таежном озерах. В большинстве водоемов он входит в структуру доминирующего комплекса рыб. В изученных популяциях ротана отмечены особи в возрасте до 6+, длиной от 46,5 до 150,9 мм и массой от 3,1 до 102,8 г.

Ротан-головешка *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 – один из девяти чужеродных видов рыб Западной Сибири, которые не только образовали самоподдерживаемые популяции после интродукции, но и начали саморасселение: «По данным Е.А. Интересовой (2016)». В бассейне р. Обь он был впервые отмечен в 1986 году в оз. Большое Камышное (бассейн р. Тобол): «По данным Т.В. Михайлова (2002)». В 1990 году этот вид обнаружен в водоемах в окрестностях г. Томска, куда, вероятно, не задолго до этого, был выпущен аквариумистами-любителями (Петлина, Рябова, 2004). В целом, распространение ротана по бассейну Оби происходит быстро (Решетников и др., 2017). В настоящее время данный вид обитает в пойменных водоемах Верхней и Средней Оби, ее крупных притоков Томь, Чулым, Кеть (Журавлев, Ломодуров, 2006; Сусяев и др., 2016; Решетников и др., 2017). Отмечен он и в пойменной системе Нижней Оби, куда, вероятно, попал из р. Иртыш, поскольку в водоемах, относящихся к р. Обь непосредственно выше места ее слияния с р. Иртыш, пока не обнаружен (Решетников и др., 2017). Самая южная на сегодняшний день находка ротана в бассейне Верхней Оби приурочена к верхнему течению р. Алей (Решетников и др., 2017).

Учитывая, что данный вид признан одним из 100 наиболее опасных инвазионных видов России (Дгебуадзе и др., 2018), особенностям его биологии в местах расселения следует уделять особое внимание.

Цель исследования – изучение распространения, половой и возрастной структуры популяций ротана-головешки *Perccottus glenii* в южно-таежной подзоне Западной Сибири.

Материалы для данного исследования были собраны в 2013 – 2014 годах в ходе работ по рыбохозяйственной инвентаризации водных объектов Томской области, выполненной Новосибирским филиалом ФГБНУ «Госрыбцентр» (в настоящее время Новосибирский филиал «ВНИРО») в рамках Государственных контрактов с Администрацией Томской области. Сбор материала проводили с использованием малькового невода (по 3 притонения в биотопически разнотипных участках водоемов), набора ставных жаберных сетей (с ячейей 22, 45, 60 мм, длиной по 30 м каждая, по 3 шт. каждого типоразмера), двух раколовок и 1 фитиля с ячейей 5 мм, диаметром кольца 70 см и диаметром входного отверстия – 12 см. Для анализа половой, возрастной и размерной структуры популяций ротана в сентябре 2013 г. были взяты выборки из прудов в д. Моисеевка (далее – Моисеевский пруд) – 50 экз., и в д. Филимоновка (далее – Филимоновский пруд) – 50 экз.

Распространение. В южно-таежной подзоне Западной Сибири ротан распространен довольно широко – он выявлен в 23 из 56 обследованных водоемов. Большая часть из них – пойменные и искусственные, но присутствует ротан также во внепойменных озерах (табл. 1).

Таблица 1. Встречаемость ротана *Perccottus glenii* в разнотипных водоемах в бассейне Средней Оби

| Тип водоема | Ротан отмечен | Ротан не отмечен |
|----------------------|---------------|------------------|
| Пойменный водоем | 9 | 7 |
| Искусственный водоем | 11 | 13 |
| Непойменное озеро | 3 | 13 |

Водоемы, в которых обнаружен ротан, имеют достоверно меньшие средние глубины, чем водоемы, в которых данный вид не выявлен, а также меньшее линейное расстояние до ближайшего населенного пункта, что может служить аргументом в пользу версии о существенном значении в расселении ротана деятельности человека (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика водоемов с наличием отсутствием ротана *Perccottus glenii* в бассейне Средней Оби

| Характеристика водоемов | Значения для водоемов, характеризующихся | | tst | p |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|--------------|--------|
| | наличием ротана | отсутствием ротана | | |
| Площадь водоема, га | $\frac{26,8 \pm 6,51}{1,3-122,8}$ | $\frac{55,8 \pm 13,80}{4,1-398,5}$ | -1,67 | 0,1015 |
| Максимальная глубина, м | $\frac{4,9 \pm 0,72}{1,0-14,0}$ | $\frac{6,3 \pm 0,50}{1,8-13,0}$ | -1,66 | 0,1030 |
| Средняя глубина, м | $\frac{2,0 \pm 0,16}{0,7-3,5}$ | $\frac{3,4 \pm 0,26}{1,5-7,0}$ | -4,22 | 0,0001 |
| Площадь зарастания, % | $\frac{16,1 \pm 2,21}{1,0-40,0}$ | $\frac{14,9 \pm 1,94}{3,0-40,0}$ | 0,40 | 0,6901 |
| pH | $\frac{7,6 \pm 0,18}{6,2-9,8}$ | $\frac{7,2 \pm 0,18}{5,2-8,8}$ | 1,39 | 0,1725 |
| БПК | $\frac{20,6 \pm 14,15}{0,4-303,0}$ | $\frac{8,7 \pm 1,97}{0,6-41,6}$ | 0,96 | 0,3406 |
| Минерализация | $\frac{132,3 \pm 19,15}{34,0-312,0}$ | $\frac{157,1 \pm 27,83}{29,0-408,0}$ | -0,73 | 0,4722 |
| Линейное расстояние до ближайшего населенного пункта, км | $\frac{1,9 \pm 0,58}{0,1-11,4}$ | $\frac{7,7 \pm 1,76}{0,1-31,9}$ | -2,64 | 0,0108 |

Примечание: Над чертой – среднее значение характеристики и его ошибка, под чертой – пределы варьирования; *tst* – критерий Стьюдента

В водоемах, где выявлен ротан, кроме него обитают золотой (*Carassius carassius*) и серебряный караси (*Carassius gibelio*), озерный голянь (*Phoxinus phoxinus*). В пойменных водоемах также отмечен окунь (*Perca fluviatilis*) и лещ (*Abramis brama*). В большинстве водоемов, где выявлен ротан, он является обычным или (чаще) входит в структуру доминирующего комплекса, составляя от 15,2 до 100,0% численности и от 3,2 до 100,0% по биомассе рыб в контрольных уловах в прудах, а в оз.Сенькино – 6,5% по численности и 8,6 % по биомассе. И только в озерах Килимерга и Линево ротан является малочисленным, по численности составляя 0,7% от общего контрольного улова рыб и 0,2-0,3% по биомассе.

Половая, возрастная и размерная структура. В выборке из Моисеевского пруда отмечены особи ротана в возрасте 2+ – 5+, при этом преобладали самки младших возрастных групп. В Филимоновском пруду отмечены особи в возрасте 1+ – 4+, при этом основу выборки составили самки 1+.

Данные по размерно-весовым характеристикам разновозрастных особей ротана приведены в (табл. 3).

Таблица 3. Масса (Q, г) и длина (SL, мм) ротана *Percottus glenii* разных возрастных групп

| Возраст, лет | Пол | Водоём | | | |
|--------------|-------|-------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|
| | | Моисеевский пруд | | Филимоновский пруд | |
| | | Масса, г | Длина, мм | Масса, г | Длина, мм |
| 1+ | Самки | – | – | $\frac{3,8 \pm 0,09}{3,1 - 5,2}$ | $\frac{49,9 \pm 0,29}{46,5 - 52,7}$ |
| 1+ | Самцы | – | – | $\frac{3,7 \pm 0,57}{3,1 - 4,8}$ | $\frac{49,7 \pm 1,45}{46,9 - 51,7}$ |
| 2+ | Самки | $\frac{37,4 \pm 1,02}{29,6 - 43,1}$ | $\frac{109,9 \pm 0,90}{102,7 - 117,3}$ | 16,2 | 76,3 |
| 2+ | Самцы | 50,6 | 109,0 | 36,3 | 97,2 |
| 3+ | Самки | $\frac{45,7 \pm 1,53}{36,7 - 54,5}$ | $\frac{117,8 \pm 1,75}{106,8 - 131,5}$ | $\frac{45,1 \pm 4,20}{37,7 - 52,5}$ | $\frac{109,7 \pm 3,20}{102,9 - 117,0}$ |
| 3+ | Самцы | $\frac{51,0 \pm 3,63}{49,3 - 64,6}$ | $\frac{118,6 \pm 1,87}{113,1 - 124,9}$ | – | – |
| 4+ | Самки | 59,1 – 60,1 | 130,1 – 131,1 | – | – |
| 4+ | Самцы | $\frac{71,5 \pm 8,53}{54,8 - 86,3}$ | $\frac{130,5 \pm 3,95}{120,8 - 138,1}$ | 85,3 – 88,6 | 126,3 – 128,3 |
| 5+ | Самки | $\frac{67,6 \pm 2,62}{61,8 - 73,9}$ | $\frac{144,8 \pm 1,82}{141,3 - 148,3}$ | – | – |
| 5+ | Самцы | 102,8 | 150,9 | – | – |

Примечание: над чертой – среднее значение показателя и его ошибка, под чертой – пределы варьирования

В Моисеевском пруду отмечены особи длиной от 102,7 до 150,9 мм и массой от 29,6 до 102,8 г В Филимоновском пруду – длиной от 46,5 до 128,3 мм и массой от 3,1 до 88,6 г. Сравнение одновозрастных самцов и самок (3+) из Моисеевского пруда достоверных различий ни по длине тела, ни по массе не выявило. Ротан из Моисеевского пруда несколько крупнее, чем из Филимоновского: сравнение одновозрастных самок (3+) из этих водоемов показало достоверные различия по стандартной длине ($p = 0,95$).

Таким образом, ротан широко распространен в бассейне р. Обь в пределах южно-таежной подзоны Западной Сибири - отмечен в 35% обследованных водоемов. В большинстве водоемов, где выявлен, входит в структуру доминирующего комплекса рыб.

В изученных популяциях отмечены особи в возрасте до 6+, преобладают самки младших возрастных групп (66,0-78,0% выборки). Исследованные особи были от 46,5 до 150,9 мм и от 3,1 до 102,8 г.

Список литературы

Дгебуадзе Ю.Ю., Петросян В.Г., Хляп Л.А.М. 2018. Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100): Тов-во научных изданий КМК. 688 с.

Журавлев В.Б., Ломодуров Е.И., Лукьянов Д.П. 2006. Вселение ротана-головешки в пойменные водоемы бассейна Верхней Оби. Тез. докл. IX Съезда Гидробиол. об-ва РАН. Т. 1. Тольятти, 163 с.

Интересова Е.А. 2016. Чужеродные виды рыб в бассейне Оби. Российский журнал биологических инвазий 9(1), 83-100.

Михайлов Т.В. 2002. К вопросу об экологии ротана (*Perccottus glenii*) в Курганской области Материалы II Всероссийской конференции «Проблемы биологической науки и образования в педагогических вузах». Новосибирск: Изд-во НГПУ, 123-126.

Петлина А.П., Рябова Т.С. 2004. К экологии ротана водоемов окрестностей г.Томска. «Сибирская зоологическая конференция»: Тез. докл. Новосибирск, 303 – 304.

Решетников А.Н., Петлина А.П. 2007. Распространение ротана (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) в реке Оби. Сиб. экол. журн. 4, 551-555.

Решетников А.Н., Голубцов А.С., Журавлев В.Б., Ломакин С.Л., Резвый А.С. 2017. Расширение ареалов ротана *Perccottus glenii*, верховки *Leucaspis delineatus* и уклейки *Alburnus alburnus* в бассейне р. Обь Сибирский экологический журнал 24(6), 697–707.

Сусяев В.В., Решетникова С.Н., Интересова Е.А. 2016. К биологии ротана *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 в водоемах южно-таежной зоны Западной Сибири. Вестник НГАУ 1(38), 78-85.

Особенности созревания самцов окуня-клювача *Sebastes mentella* Travin, 1951 (Scorpaeniformes: Sebastidae) Северной Атлантики и Северного Ледовитого океана

А.Ю. Рольский, Е.А. Филина, В.И. Попов, Г.А. Макеенко

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича), г. Мурманск
e-mail: rol-lex@mail.ru

Ключевые слова: окунь-клювач *Sebastes mentella*, Северная Атлантика, Северный Ледовитый океан, созревание, стадии зрелости.

Аннотация: По результатам гистологических исследований уточнены некоторые аспекты развития гонад самцов окуня-клювача *Sebastes mentella* Северной Атлантики и Северного Ледовитого океана. Установлено, что переходный период от неполовозрелых к половозрелым рыбам у самцов *Sebastes mentella* может составлять до 4-5 лет.

Морские окуни рода *Sebastes* насчитывают более 100 видов, основная часть которых обитает в Тихом океане и только четыре вида рода *Sebastes* населяют Северную Атлантику и сопредельный сектор Северного Ледовитого океана: клюворылый морской окунь (окунь-клювач, клювач) *Sebastes mentella* Travin, 1951; малый морской окунь *Sebastes viviparus* Krøyer, 1845; золотистый морской окунь *Sebastes norvegicus* Linnaeus, 1758 (синоним *Sebastes marinus*); американский морской окунь *Sebastes fasciatus* Storer, 1856. Ареал наиболее массового вида окуня-клювача простирается от Баренцева, Гренландского и Норвежского морей на северо-востоке, через центральные районы северной части Атлантического океана до побережья Северной Америки на западе (Hureau, Litvinenko, 1987; Павлов, 1992; Барсуков, 2003). Обитание молоди этого придонно-пелагического вида приурочено к шельфу, а созревающих и зрелых особей – к батииали и мезопелагиали над океаническими глубинами (Барсуков, 1981; Барсуков и др., 1990; Литвиненко, 1985; Древетняк, 1999). Окунь-клювач, как и другие представители рода *Sebastes*, является живородящим видом с внутренним оплодотворением и поздним (преимущественно 7-17 лет) созреванием.

Особенностью репродуктивной функции у самцов морских окуней, как живородящего вида, является образование небольшого количества спермы, малое значение коэффициента зрелости и его незначительное сезонное изменение (Echeverria, 1987; Boehlert, Yamada, 1991). Кроме того, для самцов характерен продолжительный (до четырех месяцев) период спаривания и раннее (одновременно со временем спаривания) начало фагоцитоза спермиев, что, вероятно, также связано с живорождением (Лисовенко, 1970).

Репродуктивные особенности морских окуней довольно подробно изучены на примере тихоокеанских представителей рода *Sebastes* (Лисовенко, 1970; Echeverria, 1987; Boehlert, Yamada, 1991; Shaw et al., 2012), в то время как информация по североатлантическим видам этого рода немногочисленна и касается, в основном, самок морских окуней (Сорокин, 1958; Сорокин, Шестова, 1988; Saborido-Rey et al., 2015; Филина и др., 2017). Имеющиеся в литературе сведения о начале созревания самцов североатлантических *Sebastes*, длительности отдельных стадий (Сорокин, 1958) противоречивы и требуют уточнения и дополнения. Среди исследователей нет единого мнения о репродуктивном статусе самцов переходного (от неполовозрелых к половозрелым) периода. Одни исследователи относят их к неполовозрелым, другие – к созревающим (Алексеев, Алексеева, 1996; Echeverria, 1987).

Цель настоящей работы – исследование посредством гистологического метода гонад самцов *S. mentella*, определение физиологического состояния семенников рыб переходного периода.

Материал и методика. Пробы гонад окуня-клевача для гистологических исследований собраны в морях Ирмингера, Баренцевом и Норвежском в феврале-ноябре 2013-2016 гг. Видовая идентификация клевача проведена согласно соответствующим “Методическим указаниям ...” (Барсуков и др., 1984). У рыб измеряли общую длину (TL), определяли общую массу и массу гонад. Возраст окуня определяли по чешуе, где за годовое кольцо принимали зону суженных (зимних) и широких (летних) склеритных рядов. Основным признаком идентификации годовой зоны роста являлась ее удовлетворительная регистрация без разрывов и других аномалий на протяжении всей структуры чешуи (Павлов и др., 1992). Коэффициент зрелости ($K_{зр}$) рассчитывали в процентах как отношение массы гонад к общей массе рыбы. Для фиксации гонад использовали жидкость Буэна. Гистологические препараты изготовлены по стандартной методике (Роскин, Левинсон, 1957). Гистологическая характеристика выполнена по материалам исследований 72 семенников окуня-клевача. Степень зрелости гонад определяли по шкалам, разработанных для североатлантических *Sebastes* (Сорокин, Шестова; 1988; Алексеев, Алексеева, 1996).

Результаты и обсуждение. По результатам микроскопического исследования семенников выделены следующие категории рыб: неполовозрелые (II стадия зрелости), созревающие (III, IV стадии), нерестовые (V стадия), посленерестовые (VI, VI-II стадии). Биологические показатели этих рыб представлены в таблице 1.

Таблица 1. Биологические показатели самцов окуня-клевача с гонадами разных стадий зрелости

| Стадия зрелости | Число рыб, экз. | Длина (TL), см | Масса гонад, г | Возраст, лет | Коэффициент зрелости, % |
|-----------------|-----------------|-------------------------|------------------------------|--------------|---------------------------------|
| II | 19 | $28,5 \pm 0,7$
24-36 | $0,134 \pm 0,03$
0,01±0,3 | 6-16 | $0,05 \pm 0,009$
0,004-0,095 |
| III-IV | 23 | $38,3 \pm 0,8$
31-44 | $3,3 \pm 0,5$
0,2-8,4 | 10-21 | $0,4 \pm 0,04$
0,05-0,8 |
| V | 5 | $35,9 \pm 1,5$
32-41 | $2,38 \pm 0,7$
0,5-4,0 | 11-18 | 0,4±0,08
0,12-0,64 |
| VI; VI-II | 25 | $37,3 \pm 0,4$
32-42 | 1,4±0,3
0,4-3,0 | 11-19 | 0,2±0,04
0,07-0,4 |

Примечание: Над чертой-среднее значение показателя и его ошибка, под чертой – пределы варьирования показателя.

Созревающие особи (стадии III и IV) отмечались в июне-августе. Длина рыб варьировала от 31 до 44 см, $K_{зр}$ – от 0,05 до 0,8%. В семенниках таких рыб отмечался активный спермиогенез. Сначала многочисленные спермии находились в цистах, затем стенки цист разрушались и спермии начинали выходить из них в просветы семявыносящих канальцев. Наряду со сперматозоидами присутствовали также клетки более ранних стадий развития: сперматоциты первого и второго порядков, сперматиды (рис. 1а).

У готовых к спариванию рыб (стадия V) сперматогенез был завершен, все семявыносящие каналы были заполнены сперматозоидами (рис. 1б). Длина рыб варьировала от 32 до 41 см, $K_{зр}$ – от 0,12 до 0,64%.

Посленерестовые особи (стадия VI, VI-II) встречались в пробах со второй половины августа. У рыб, отметавших некоторое количество спермы, в краевой зоне отмечались резорбирующиеся сперматозоиды и митотически делящиеся сперматогонии. В семяпротоках оставалось еще много остаточных спермиев. С середины ноября все половозрелые самцы находились в посленерестовом состоянии. Половые клетки представлены многочисленными сперматогониями и остаточными сперматозоидами, которые подвергались резорбции (рис. 1в). Длина рыб колебалась от 32 до 42 см, $K_{зр}$ – 0,07 до 0,4%.

Во всех исследованных пробах встречались также неполовозрелые рыбы. Длина таких рыб составляла от 24 до 36 см, $K_{зр}$ – от 0,004 до 0,095%. Семенники особей были в виде тонких длинных тяжей одинаковой толщины, округлые в поперечном сечении, полупрозрачные или беловато-буроватые (рис. 2а). Они были вытянуты вдоль внутренней поверхности тела, тесно прилегали друг к другу, со временем между ними образовывался небольшой просвет. На поперечном срезе в семенном канале сперматозоиды отсутствовали, копулятивный орган недоразвит. Отсутствие посленерестовых признаков (остаточные невыметанные спермии в семявыносящем канале), позволяет однозначно отнести этих рыб к неполовозрелым. Особи с семенниками в этой стадии зрелости встречаются круглогодично.

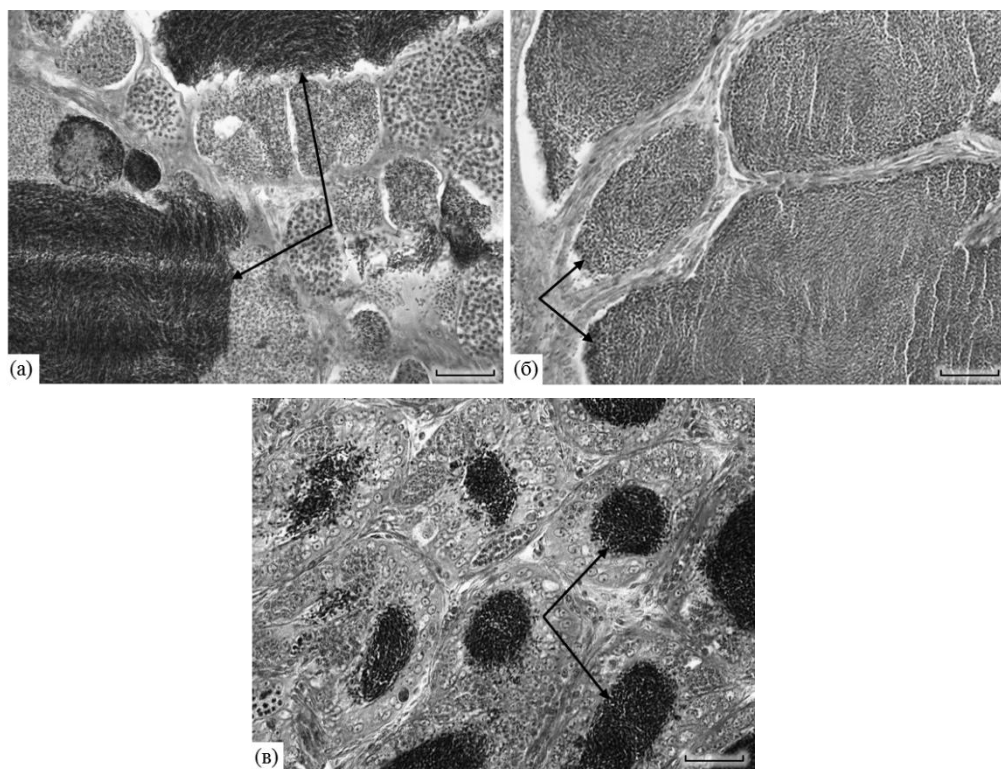


Рис. 1. Гистологические срезы семенников окуня различных стадий зрелости: а – IV стадия; б – V стадия; в – VI-II стадия. Стрелками показаны скопления сперматозоидов. Масштаб: 50 мкм

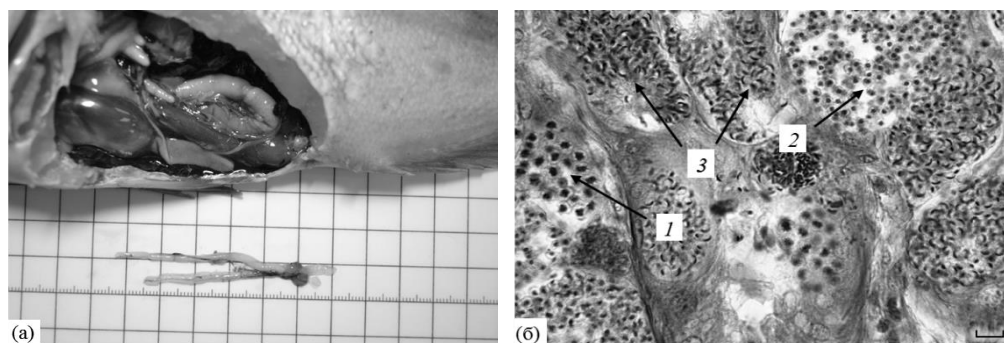


Рис. 2. Внешний вид (а) и гистологический срез семенников окуня (б) переходного периода: 1 – сперматоциты первого порядка; 2 – сперматоциты второго порядка; 3 – сперматозоиды. Масштаб: 10 мкм

Результаты гистологического анализа гонад показали, что у всех неполовозрелых рыб отмечался активный сперматогенез с наличием стадии формирования зрелых половых

продуктов - сперматозоидов. Половые клетки на гистологических срезах были представлены сперматоцитами первого и второго порядков, сперматидами и сперматозоидами, изредка встречались гнезда сперматогоний. Сформированные сперматозоиды были немногочисленными и находились в цистах (рис. 2б). Круглогодичная встречаемость неполовозрелых рыб с активным сперматогенезом, в том числе и во время периода спаривания (август), указывает на то, что, очевидно, у североатлантических окуней, как и тихоокеанских (Лисовенко, 1970), многолетний период созревания самцов.

Согласно нашим данным, минимальный размер неполовозрелых самцов с активным сперматогенезом составил 24 см. По литературным данным известно, что минимальная длина функционально зрелого самца из промысловых уловов составляет 30 см (Мельников, 2006; Бакай, Мельников, 2008). Очевидно, что у самцов окуня-клювача, как и у других североатлантических *Sebastes*, происходит растянутое во времени созревание рыб (переход от стадии II к стадии III) в размерных группах от 24 до 30 см. С учетом того, что максимальные абсолютные и относительные линейные приросты у неполовозрелых самцов окуня-клювача составляют соответственно 1,2-2,2 см в год (Павлов и др., 1992; Мельников 2006), можно предположить, что созревание может длиться до 4-5 лет.

Сходные данные были получены и для тихоокеанских окуней рода *Sebastes*, у которых переходный период от неполовозрелых к половозрелым рыбам длится 2-3 года и резкого скачка от незрелых рыб к зрелым не наблюдается (Лисовенко, 1970). Более длительный период подготовки к участию в размножении (нересте) у североатлантических *Sebastes* является, по-видимому, особенностью северных видов (Takahashi et al., 1991).

Растянутасть периода созревания самцов характерна для всех живородящих рыб с внутренним оплодотворением (Boehlert, Yamada, 1991). У рыб, мечущих икру, созревание рыб происходит значительно быстрее и самцы, приступившие к созреванию, участвуют в нересте уже в текущем году (Сорокин, 1960; Сорокин, Григорьев, 1968; Schulz, et al., 2010; Domínguez-Petit et al., 2013).

Результаты наших исследований показали, что процесс формирования зрелых половых продуктов у самцов окуня происходит задолго до реального участия данной особи в размножении. Функциональная зрелость, т.е. способность участвовать в размножении (Lefebvre, Field, 2015) наступает тогда, когда сперматозоиды заполняют семяпротоки и основной семявыносящий канал (Takahashi et al., 1991). В то время как у рыб переходного периода сперматозоиды отмечаются только в цистах.

Некоторые авторы относят рыб переходного периода к созревающим половозрелым (Echeverría, 1987), но, поскольку рыбы не участвуют в размножении достаточно длительное время, мы относим их к неполовозрелым, хотя у них и запущен механизм созревания (физиологическая зрелость, Lefebvre, Field, 2015). По внешнему виду они похожи на посленерестовых особей (стадия VI-II). Главное их отличие от таких рыб – отсутствие остаточной резорбирующейся спермы в выводных протоках.

Таким образом, результаты гистологических исследований указывают на то, что для окуня-клювача характерно длительное созревание самцов (переход от стадии II к стадии III), которое, предположительно, может продолжаться до 4-5 лет. В семенниках при этом наблюдается полный набор половых клеток от сперматогоний до сперматозоидов. По всей видимости, указанные особенности созревания самцов характерны и для других видов североатлантических окуней рода *Sebastes*.

Выполнение работы поддержано программой фундаментальных исследований президиума РАН "Перспективные физико-химические технологии специального назначения" (Promising Physical and Chemical Technologies of Special Purposes).

Список литературы

Алексеев Ф.Е., Алексеева Е.И. 1996. Определение стадий зрелости гонад и изучение половых циклов, плодовитости, продукции икры и темпа полового созревания у морских промысловых рыб. Методическое пособие. Калининград: Изд-во АтлантНИРО. 73 с.

- Бакай Ю.И., Мельников С.П. 2008. Биолого-экологическая характеристика окуня-клювача *Sebastes mentella* (Scorpaeniformes: Scorpaenidae) на разных глубинах в пелагиали моря Ирмингера. Вопросы ихтиологии 48(1), 73-85.
- Барсуков В.В. 1981. Морские окуни (Sebastinae) Мирового океана - их морфология, экология, распространение, расселение и эволюция: Автореф. дис. докт. биол. наук. Л.: ЗИН АН СССР, 50 с.
- Барсуков В.В., Литвиненко Н.И., Серебряков В.П. 1984. Методические указания по определению видов морских окуней северной части Атлантического океана и прилежащих морей. Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 28 с.
- Барсуков В.В., Оганин И.А., Павлов А.И. 1990. Морфологические и экологические различия *Sebastes fasciatus* и *S. mentella* на Ньюфаундлендском шельфе и банке Флемиш-Кап. Вопросы ихтиологии 30(5), 791-803.
- Барсуков В.В. 2003. Аннотированный и иллюстрированный каталог морских окуней Мирового океана. Труды ЗИН РАН. Т. 295. 319 с.
- Древетняк К.В. 1999. Биология и промысел окуня-клювача норвежско-баренцевоморской популяции: Автореф. дис. канд. биол. наук. Мурманск: ПИНРО, 24 с.
- Литвиненко Н.И. 1985. Морские окуни (род *Sebastes*) Северной Атлантики – их морфология, экология, распространение, расселение и эволюция: Автореф. дис. канд. биол. наук. Л.: ЛГУ. 22 с.
- Лисовенко Л.А. 1970. Материалы к изучению сперматогенеза тихоокеанского морского окуня *Sebastes alutus* G. залива Аляска. Труды ВНИРО. Т. 70, 164-246.
- Мельников С.П. 2006. Океанический окунь-клювач северной Атлантики: биология и промысел. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 127 с.
- Павлов А.И. 1992. Биология, состояние запаса и промысел окуня-клювача (*Sebastes mentella* Travin) в море Ирмингера: Автореф. дис. канд. биол. наук. М.: ВНИРО, 23 с.
- Павлов А.И., Оганин И.А., Ваганова М.В. 1992. Возрастная структура и особенности роста окуня-клювача в море Ирмингера. Исследование биоресурсов Северной Атлантики. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 82-95.
- Роскин Г.И., Левинсон Л.Б. 1957. Микроскопическая техника. М.: Советская наука, 465 с.
- Сорокин В.П. 1958. О биологии размножения морских окуней *Sebastes marinus* L. и *Sebastes mentella* Travin в Баренцевом и Норвежском морях. Ихтиол. комиссия. Труды совещ. по физиологии рыб. Вып. 8, 158-170.
- Сорокин В.П. 1960. Половой цикл и сперматогенез у трески. Труды ПИНРО. Вып. XII, 71-87.
- Сорокин В.П., Григорьев Г.В. 1968. Сперматогенез и половой цикл у гренландского или черного палтуса баренцевоморской популяции. Труды ПИНРО. Вып. 23, 413-424.
- Сорокин В.П., Шестова Л.М. 1988. Рост и половое созревание окуня-клювача норвежско-баренцевоморского стада. Биология рыб в морях Европейского Севера. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 97-111.
- Филина Е.А., Рольский А.Ю., Бакай Ю.И., Попов В.И., Макеенко Г.А. 2017. Особенности репродуктивного цикла самок окуня-клювача *Sebastes mentella* (Sebastinae). Вопросы ихтиологии 57(1), 89-95.
- Boehlert W., Yamada J. 1991. Rockfishes of the genus *Sebastes*: Their reproduction and early life history. Developments in environmental biology of fishes. 11(30), 288 p.
- Domínguez-Petit R., Ouellet P., Lambert Y. 2013. Reproductive strategy, egg characteristics and embryonic development of Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*). ICES Journal of Marine Science. 70(2), 342-351.
- Echeverria T.W. 1987. Thirty-four species of California rockfishes: maturity and seasonality of reproduction. Fishery Bulletin 85(2), 229-250.
- Hureau J. C., Litvinenko N. I. 1987 Scorpaenidae. Fishes of Noretheastern Atlantic and Mediterranen. UNESCO, Paris. 3, 1211-1473.

Lefebvre L. S., Field J. C. 2015. Reproductive Complexity in a Long-Lived Deepwater Fish, the Blackgill Rockfish. *Transactions of the American Fisheries Society* 144(2), 383-399.

Saborido-Rey F., Domínguez-Petit R., Garabana D., Sigurðsson Þ. 2015. Fecundity of *Sebastes mentella* and *Sebastes norvegicus* in the Irminger Sea and Icelandic waters. *Ciencias marinas* 41, 107-124.

Shaw F. R., Morado, J. F., Vanessa C. L., Susanne F. 2012. An atlas of reproductive development in rockfishes, genus *Sebastes*. NOAA Professional Paper NMFS 14, 77 p.

Schulz R. W., de França L. R., Lareyre J.-J., LeGac F., Chiarini-Garcia H., Nobrega R. H., Miura T. 2010. Spermatogenesis in fish. *General and Comparative Endocrinology*. 165(3), 390-411.

Takahashi H., Kazunori Takano K., Takemura A. 1991. Reproductive cycles of *Sebastes taczanowskii*, compared with those of other rockfishes of the genus *Sebastes*. *Environmental Biology of Fishes* 30, 23-29.

Культивирование бентосной диатомовой водоросли *Cylindrotheca closterium* (EhrenbERG) Reimann et Lewin на агаризованных средах, приготовленных на основе искусственной морской воды

Д.Ю. Романова, С.Н. Железнова, Р.Г. Геворгиз

Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН, г. Севастополь
e-mail: zheleznovasveta@yandex.ru

Ключевые слова: бентосные диатомовые водоросли, *C. closterium*, агаризованные питательные среды, культивирование.

Аннотация: Диатомовые водоросли являются источником биологически ценных веществ. Существует проблема длительного сохранения перспективных видов бентосных диатомовых без частого их пересева в свежую питательную среду. Цель данной работы разработать методику длительного культивирования бентосной диатомовой водоросли *C. closterium* (EhrenbERG) Reimann et Lewin на агаризованных средах. Вид *Cylindrotheca closterium* может длительное время культивироваться с минимальными временными рамками для замены питательного агарового субстрата (1 раз в 5-6 мес) на средах из 1% агара и искусственной морской воды с добавлением биогенных элементов по протоколу питательных сред RS и 5 F.

Введение. Диатомовые водоросли являются источником биологически ценных веществ и в последнее время становятся удобным объектом для биотехнологических исследований. Среди диатомовых водорослей следует выделить бентосный вид *C. closterium*, который является удобным объектом для биотехнологических целей (Железнова и др., 2015). *C. closterium* содержит 2% фукоксантина от сухой биомассы, а концентрация полиненасыщенных жирных кислот достигает 5% от сухой массы с преобладанием 3 жирных кислот (Ying et al., 2002) Существует проблема длительного сохранения перспективных видов бентосных диатомовых без частого их пересева в свежую питательную среду.

Твердые питательные среды были разработаны именно для длительного сохранения многих микроорганизмов (Kimura et al., 2013). Успешная культивация видов бентосных форм диатомовых водорослей на разных средах требует чрезвычайной точности в выборе физико-химических параметров в искусственных условиях лаборатории (Kimura et al., 2013; Kandilian et al., 2017). Важным моментом является подбор необходимой твердой питательной среды, которая позволила бы сохранять данный вид длительное время, а также очищать от других микроорганизмов в случае его заражения (Kimura et al., 2013; Kandilian et al., 2017; Kourtchenko et al., 2018).

Цель данной работы разработать методику длительного культивирования бентосной диатомовой водоросли *C. closterium* на агаризованных средах.

Материалы и методы. В работе использовали диатомовую водоросль *Cylindrotheca closterium* (EhrenbERG) Reimann et Lewin из коллекции культур микроводорослей ИнБЮМ, г. Севастополь. До проведения эксперимента Культуру *C. closterium* предварительно выращивали при постоянной температуре 20 ± 1 °С в колбах объемом 500 мл при круглосуточном освещении 13,25 клк. В процессе выращивания культуру барботировали воздухом посредством компрессорной установки. Твердые питательные среды готовились на основе 1% агара и искусственной морской воды, протокол искусственной морской воды приведен в таблице 1.

Таблица 1. Протокол искусственной морской воды

| Название биогенных элементов | Формула биогенных элементов | Концентрация биогенных элементов, г/л |
|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Хлористый натрий | NaCl | 13,8 |
| Хлорид кальция | CaCl ₂ | 0,41 |
| Сульфат магния | MgSO ₄ | 6 |
| Хлорид калия | KCl | 0,32 |
| Бикарбонат натрия | NaHCO ₃ | 0,2 |
| Бромид калия | KBr | 0,05 |
| Борная кислота | H ₃ BO ₃ | 0,02 |
| Фторид натрия | NaF | 0,002 |
| Хлорид никеля | NiCl ₂ | 0,00149 |

При этом использовали питательные среды RS и 5 F (табл. 2). Сначала искусственно приготовленную морскую воду стерилизовали и обогащали биогенными элементами по прописи питательных сред RS и 5 F (табл. 2), затем заранее приготовленный 1% агар смешивали с питательными средами и автоклавировали. После того, как агар остынет до 40 °С в него высевали культуру, предварительно выращенную в оптимальных условиях роста.

Необходимо отметить, что мы не изменяли поверхность агара за счёт создания бороздок и каналов, которые обычно создаются для получения благоприятных условий развития диатомовых водорослей на агаре.

Таблица 2. Протокол питательных сред 5F и RS

| Макроэлементы среды 5F и RS | Концентрация макроэлементов среды 5 F, мг/л | Концентрация макроэлементов среды RS , мг/л (на максимальную плотность 1 г сухой биомассы) |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| NaNO ₃ | 750 | 388 |
| NaH ₂ PO ₄ | 50 | 41 |
| Na ₂ SiO ₃ 9H ₂ O | 300 | 386 |
| Na ₂ EDTA | 43,6 | 87,2 |
| FeSO ₄ • 7H ₂ O | 31,5 | 63 |
| Микроэлементы среды 5F и RS | Концентрация микроэлементов 5 F, мкг/л | Концентрация микроэлементов RS , мкг/л |
| CuSO ₄ •5H ₂ O | 100 | 200 |
| ZnSO ₄ •7H ₂ O | 220 | 440 |
| CoCl ₂ •6H ₂ O | 100 | 200 |
| MnCl ₂ •4H ₂ O | 180 | 306 |
| Na ₂ MoO ₄ •2H ₂ O | 63 | 126 |

Результаты. Показана способность культуры *C. closterium* расти и размножаться в твердых питательных средах. Вид *Cylindrotheca closterium* может длительное время культивироваться с минимальными временными рамками для замены питательного агарового субстрата (1 раз в 5-6 мес) на средах из 1% агара и искусственной морской воды с добавлением биогенных элементов по протоколу питательных сред RS и 5F.

Вид *C. closterium* при культивировании на агаризованных твердых питательных средах не изменял своих морфологических характеристик и показал достаточно высокие темпы роста, наблюдали удвоение площади занимаемой поверхности биомассы в течении

суток. На рис. 1 представлен рост бентосной диатомовой водоросли *C. closterium* на агаризированной питательной среде RS.

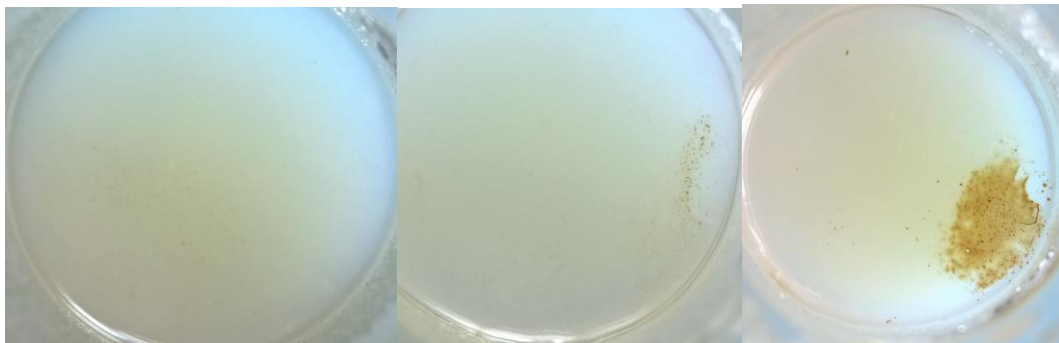


Рис. 1. Рост бентосной диатомовой водоросли на агаризированной питательной среде RS приготовленной на основе искусственной морской воды

Переход культуры из агаризированных сред в жидкие питательные среды происходит в течении нескольких часов.

Таким образом, разработана методика поддержания бентосной диатомовой водоросли *Cylindrotheca closterium* на агаризованных средах на основе искусственной морской воды с добавлением биогенных элементов по прописи питательных сред RS и 5 F.

Работа выполнена в рамках госзадания ФИЦ ИнБЮМ по теме «Исследование механизмов управления продукционными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса» (№ госрегистрации АААА-А18-118021350003-6) при финансовой поддержке гранта РФФИ №18-34-00672

Список литературы

Железнова С.Н., Геворгиз Р.Г., Бобко Н.И., Лелекова А.С. 2015. Питательная среда для интенсивной культуры диатомовой водоросли *Cylindrotheca closterium* (Ehrenb.) Reimann et Lewin - перспективного объекта биотехнологий. Актуальная биотехнология 14(3), 46-48.

Kandilian R., Jesus B., Legrand J., Pilon L., Pruvost J. 2017. Light transfer in agar immobilized microalgae cell cultures. Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer 198, 81-92.

Kimura K., Tomaru Y. 2013. A unique method for culturing diatoms on agar plates. Plankton and Benthos Research 8(1), 46-48.

Kourtchenko O., Rajala T., Godhe A. 2018. Growth of a common planktonic diatom quantified using solid medium culturing. Scientific Reports 8(9757),1-10.

Ying L., Kang - Sen M., Shi - Chun S. 2002. Effects of harvest stage on the total lipid and fatty acid composition of four *Cylindrotheca* strains. Chinese Journal of Oceanology and Limnology 20(2), 157-161.

Современные направления переработки и рационального использования бурых водорослей (Phaeophyceae)

А.Н. Рощина

ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

e-mail: roshchina_90@mail.ru

Ключевые слова: бурые водоросли (Phaeophyceae), сахарина японская (*Saccharina japonica*), химический состав, биотехнология, биологически активные вещества, пищевые продукты.

Аннотация. Установлено, что морские бурые водоросли Phaeophyceae содержат комплексы минеральных микро- и макроэлементов, йод, аминокислоты, в том числе глутаминовую кислоту, маннит, фукоидан, ламинаран, уникальные полисахариды - альгиновую кислоту и её производные – альгинаты и др. биологически активные вещества (БАВ) и представляют несомненную промышленную ценность для биотехнологии и производства различных видов пищевой продукции, в том числе лечебно-профилактических и функциональных пищевых продуктов, биологически активных добавок (БАД) и др. продуктов, которые оказывают полезное воздействие на организм человека.

Введение. Водоросли составляют значительную часть прибрежной биоты и вызывают огромный интерес, как учёных, так и производителей различных видов продуктов вследствие уникальности химического состава и высокого содержания полезных БАВ, не свойственным растениям, произрастающим на суше. К классу морских бурых водорослей Phaeophyceae относятся многоклеточные, преимущественно макроскопические водоросли со сложным циклом развития, общим внешним признаком: окраска от желтовато-бурой до буро-коричневой с зеленовато-оливковым оттенком. Такую характерную окраску придаёт преобладающий в клетках водоросли пигмент – фукоксантин, который определяет цвет зрелого слоевища. Для промышленности, как сырьевой источник имеют значения многочисленные по запасам некоторые виды ламинариевых водорослей, и не менее ценные - фукусы (Вафина 2010; Подкорытова, 2013) и саргассы (Maria Isabel Castro-Gonzalez, 1994).

Из бурых водорослей за рубежом производят маннит, альгинаты, пищевые продукты, в том числе кулинарные изделия (закуски, салаты, десерты), консервы и др. Водоросли используют и в качестве наполнителей, загустителей и стабилизаторов, а также добавок, способных обогатить традиционный продукт питания специфическими для водорослей компонентами, а также включают в рецептуры продуктов детского, диетического и геронтологического питания. Обзор отечественной и зарубежной литературы выявил множество опубликованных патентов на самые разнообразные и эффективные способы применения водорослей (Ковалева, 2000; Подкорытова, 2005; Вафина 2010).

Бурые водоросли считаются наиболее ценным и единственным промышленным источником альгиновой кислоты и её производных – альгинатов. По данным химического состава бурых водорослей наиболее ценными сырьевыми источниками являются: *S. japonica*, *S. angustata*, *L. digitata*, *S. longipes*, *A. marginata*, *A. fistulosa*, *C. costata*, *Cymathera japonica*, а также некоторые виды фукусовых: *F. vesiculosus*, *Cystoseira crassipes*, *Sargassum myiabei*.

В водорослях, произрастающих в южных районах дальневосточных морей России, содержание альгиновой кислоты варьирует в пределах от 15 до 38,1% (к сухому веществу) в зависимости от вида, рода водоросли и района произрастания. В сухом веществе *S. japonica* содержится от 18,2 до 38,1% альгиновой кислоты в зависимости от района произрастания и стадии развития. Ламинариевые водоросли, произрастающие в Камчатском заливе, содержат альгиновой кислоты 25,2-35,1%, у Малой Курильской гряды – 22,3-32,6%, в южных районах – у побережья Приморья – до 38%. Более 30% альгиновой кислоты накапливают такие виды

водорослей, произрастающие в Камчатском заливе, как *A. marginata* (31,5%) и *A. fistulosa* (35,1%). Такое же высокое содержание характерно для *S. japonica*, произрастающей у Малой Курильской гряды (Подкорытова, 2005).

Вопросы, связанные с консервированием водорослевого сырья с целью сохранения всех БАВ для получения разнообразной пищевой продукции, а также получения целевого продукта высокоценного полисахарида – альгината натрия, являются актуальными и в настоящее время. Таким образом, необходимо развивать и внедрять инновационные технологии переработки бурых водорослей, обеспечивающих выпуск широкого ассортимента продуктов пищевого назначения, содержащих биологически активные вещества, оказывающие с лечебно-профилактическое воздействие на организм человека.

Материалы и методы. В качестве объектов исследований использовали высушенные слоевища бурых водорослей (Рощина, Подкорытова, 2018) и образцы сублимированных продуктов, полученных из *S. japonica*: альгинат натрия, вкусоароматическая добавка и водорослевая клетчатка. Продукты переработки были высушены в ФГБОУ ВО «МГУПП» на лиофильной сушилке ЛС-1000 (Проинтех–Био). Предварительное замораживание продуктов осуществлялось в морозильной камере в условиях естественной конвекции воздуха при температуре минус 30 °С в противнях. Сушка осуществлялась в условиях кондуктивного теплоподвода. Температура материала на этапе сублимации составляла минус 25 – минус 27 °С. Температура материала на этапе досушки – плюс 40+1 °С. Общая длительность процесса сушки составляла 14 ч (Семенов, Краснова, 2018).

Высушенные продукты измельчали, упаковывали и хранили в герметично укупоренных стеклянных банках. Отбор проб для анализа и общий химический состав сырья и продукции определяли стандартными методами по ГОСТ 26187 и по методике (Подкорытова, Кадникова, 2009).

Результаты и обсуждение. В России и других странах мира интенсивно развивается актуальное направление – это разработка комплексных технологий переработки водорослей с утилизацией жидких и твёрдых отходов производства с целью получения БАД, БАВ и продукции различного назначения из натурального, экологически чистого сырья растительного происхождения. Для этих целей целесообразно использовать высушенные естественным способом или контролируемым тепловым водоросли с сохранением качества сырья. Выбор технологических режимов и параметров определяется химическим составом сырья, поступающего на переработку.

Для получения биологически активных экстрактов, йодсодержащих биологически активных комплексов, полисахаридов (альгинатов), маннита, в качестве сырья чаще всего используют бурые водоросли-макрофиты семейства Laminariaceae, в частности наиболее технологичную в обработке - ламинарию японскую (сахарину) *S. japonica*. На рис. 1 представлено восстановленное слоевище *S. japonica*, используемое в наших исследованиях.



Рис. 1. Восстановленное слоевище ламинарии (сахарины) японской *Saccharina japonica*

Результаты исследований химического состава *S. japonica* показали, что она пригодна для производства альгинатов, так как содержание альгиновой кислоты достигает от 26 до 33%. Ламинарии содержат в своём составе белки (5-9%), часть из них представлена

свободными аминокислотами, которые вместе с маннитом (11,3%) создают их специфичный вкус, определяемый как сладковато-грибной, содержат сульфатированный полисахарид – фукоидан (1,7%), обладающий противоопухолевым и др. биологическими свойствами, а также небольшое количество липидов (1-2%) и минеральных веществ (около 30%), в том числе йода (0,3%) (Рощина, Родина, Подкорытова, 2017). Йод находится в органически связанном с аминокислотами и пептидами состоянии и в виде моно- и дийодтирозина, которые принимают участие в синтезе гормонов щитовидной железы, а также в виде солей (йодидов и йодатов) и в виде соединений, связанных с белком и клетчаткой. Высокое содержание альгиновой кислоты и йода в сушёной ламинарии свидетельствует о возможности её использования в качестве эффективного средства для ликвидации йоддефицита и производства альгинатсодержащей продукции из неё (Ковалева, 2000; Подкорытова 2005; Вафина 2010).

В настоящее время государственная политика России направлена на формирование здорового образа жизни (ЗОЖ) среди населения страны. По данным аналитических компаний уже более 59 % россиян следит за своим питанием, употребляя здоровую пищу или соблюдая диету. Продукция из водных биологических ресурсов по сбалансированности нутриентного состава, содержанию высокоценного белка, полиненасыщенных жирных кислот омега -3, жизненно важных макро- и микроэлементов, несомненно, является основой для правильного питания различных групп населения. Кроме того, понятие ЗОЖ подразумевает употребление экологических продуктов, в частности это продукция из морской капусты (салаты, джемы, кондитерские изделия и др.) (<http://www.vniro.ru/ru/novosti/vniro-razrabatyvaet-produkty-dlya-zdorovogo-obraza-zhizni>). Поэтому требуется не только коренное усовершенствование технологии получения традиционных продуктов, но и создание нового поколения продуктов, отвечающих требованиям сегодняшнего времени. Продукты со сбалансированным составом, низкой калорийностью, пониженным содержанием сахара и жира, имеют диетическое и лечебное назначение, а также удобны в использовании и быстром приготовлении. Создание продуктов нашего поколения немыслимо без применения пищевых БАД и БАВ, улучшающих как внешний вид, вкус, так и биологическую ценность.

К наиболее перспективным современным технологиям производства продуктов здорового питания с длительным сроком хранения относится сублимационная вакуумная сушка. В целом, сублимированные продукты питания и сырьё обладают рядом достоинств и особенностей, приобретенных ими в результате применения данной технологии. В процессе сушки методом сублимации рыбных продуктов, прошедших кулинарную обработку, происходят сравнительно неглубокие изменения белков и жира. Готовые продукты имеют хороший внешний вид, легко восстанавливаются, могут употребляться в пищу как в сухом виде, так и после обводнения. Длительная сохранность сублимированных продуктов достигается без применения каких-либо консервантов, что отвечает широко популяризированному сегодня «здоровому образу жизни» (Семенов, Краснова, 2018).

Так как современное общество отличается ускоренным ритмом жизни, это обстоятельство приводит к необходимости использования продуктов питания, позволяющих сократить затраты времени на приготовление пищи. Это способствует к появлению спроса на снековую продукцию, то есть утоление голода (перекусы) между основными приёмами пищи. Многокомпонентные функциональные снеки – продукты питания из нескольких видов биологически ценного сырья длительного срока хранения, в индивидуальной упаковке небольшой массы, готовые к немедленному употреблению и предотвращающие дефицит полезных питательных веществ, сохраняя и улучшая здоровье человека при систематическом употреблении. К снекам, согласно международной классификации, относятся следующие продукты питания: чипсы, сухарики, кукурузные палочки, крекеры, мюсли, хрустящие хлопья, орешки, сухофрукты и другие. Например, использование гидропектина зостерина из азовской травы зостеры позволяет улучшить реологические свойства пастильных снеков при одновременном придании им антирадикальных и адаптогенных свойств (Зотова, 2019).

При переработке бурых водорослей (*S. japonica*) с целью получения целевого продукта (альгината натрия) используют сушёные слоевища. В результате проведения технологического процесса образуются отходы в количестве около 30-40% от сухой массы водорослей (экстракты и водорослевый остаток), которые возможно повторно использовать в связи с наличием в них биологически ценных компонентов. На рисунке 2 представлена технологическая схема (основные этапы) комплексной переработки *S. japonica*, позволяющая получать несколько продуктов: вкусо-ароматическая добавка (рис. 3), альгинат натрия (рис. 4), порошок клетчатки (рис. 5), а также пути их использования.

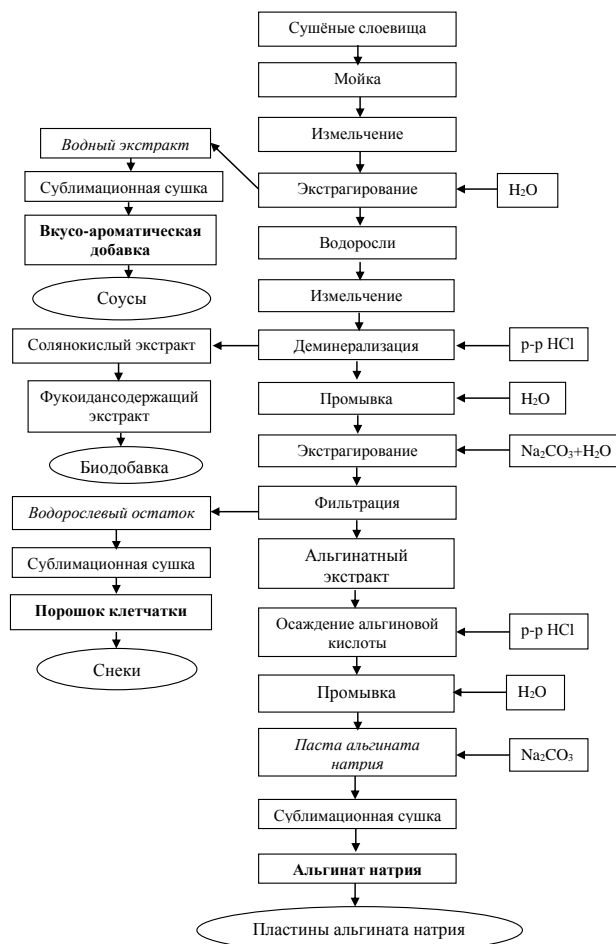


Рис. 2. Технологическая схема комплексной переработки *Saccharina japonica*

Продукты переработки водорослей были измельчены до порошкообразного состояния и высушены до содержания влаги от 3 до 7%. На основании органолептических показателей и химического состава показана целесообразность их применения в качестве пищевых добавок.



Рис. 3. Порошок вкусо-ароматической добавки



Рис. 4. Пластина альгината натрия



Рис. 5. Пластина водорослевого остатка

Таким образом, в процессе изучения функциональных свойств водорослевого остатка из *S. japonica* нами была разработана рецептура снеков, включающая следующие компоненты на 100 г: водорослевой остаток – 50%, треска – 25%, морковь – 15%, семена чиа – 6,7%, семена льна – 2,8%, соль – 0,5%. Высушенные сублимацией пластинки снеков имеют плотную, прочную, воздушно-пористую структуру. Цвет зеленовато-коричневый, с видимыми равномерно распределенными вкраплениями семян. Запах свойственен рыбной продукции, ощущаются нотки рыбы и немного водорослей, приятный. Данный вид продукции содержит: клетчатку, минеральные и азотистые вещества, небольшое количество альгината, омега 3, витамины.

Использование водорослевого остатка (порошка) позволяет улучшить реологические свойства снеков и одновременно обогащает данный вид продукции клетчаткой и альгинатом.

Вывод. При комплексной переработке бурых водорослей (Phaeophyceae) возможно получить огромный ассортимент пищевой продукции различного назначения, таких как например: биогели (Подкорытова, 2005), соусы «Новинки» и «Ламинариевый», пюре «Изумрудный», «Соломка пикантная», «Приправа вкусовая быстрорастворимая» (Ковалева, 2000), БАД «Мигикальгин» и «Микикальгин-С», желейные конфеты, функциональные напитки, десерты, паштеты «Algafish» (Вафина, 2010), салаты, консервы, снеки и др. Из представленной технологии с использованием сублимационной сушки показано получение нескольких видов продукции с различными свойствами, которые найдут широкое применение в функциональном питании человека, а также и в медицине.

Благодарности. Автор выражает особую благодарность своему научному руководителю д.т.н., профессору А.В. Подкорытовой в ценных советах и помощи, а также своим коллегам из отдела инновационных технологий.

Список литературы

Вафина Л.Х. 2010. Обоснование комплексной технологии переработки бурых водорослей (Phaeophyceae) при получении функциональных пищевых продуктов. Автореф. дис. канд. техн. наук. М.: ВНИРО, 24 с.

Зотова Л.В. 2019. Совершенствование технологий многокомпонентных функциональных снеков из отечественного растительного сырья. Автореф. дис. канд. техн. наук. К.: КубГТУ, 24 с.

Ковалева Е.А. 2000. Разработка технологии пищевых лечебно-профилактических продуктов из ламинарии японской (*Laminaria japonica*). Автореф. дис. канд. техн. наук. В.: ТИПРО, 24 с.

Подкорытова А.В. 2005. Морские водоросли – макрофиты и травы. М.: Изд-во ВНИРО, 175 с.

Подкорытова А.В. 2013. Водоросли и морские травы морей России: проблемы их рационального использования / Актуальные вопросы рационального использования водных биологических ресурсов // Матер. Первой научной школы молодых учёных и специалистов по рыбному хозяйству и экологии, посвященной 100-летию со дня рождения проф. П.А. Моисеева (15-19 апреля 2013 г.). Звенигород. М: ВНИРО, 247-256.

Подкорытова А.В., Кадникова И.А. 2009. Качество, безопасность и методы анализа продуктов из гидробионтов / под общ. ред. А.В. Подкорытовой. Вып. 3. Руководство по современным методам исследований морских водорослей, трав и продуктов их переработки. – М.: ВНИРО, 108 с.

Рощина А.Н., Родина Т.В., Подкорытова А.В. 2017. Химический состав *Saccharina japonica*, добываемой в прибрежной зоне Западного Сахалина, и рекомендации по её использованию / Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса // Матер. V научно-практич. конф. молодых учёных с международным участием (17-18 апреля 2017 г.). Москва: ВНИРО, 243-248.

Рощина А.Н., Подкорытова А.В. 2018. Характеристика ламинарий прибрежных зон Сахалино-Курильского региона / Современные проблемы и перспективы развития

рыбохозяйственного комплекса // Материалы VI Научно-практической конференции молодых учёных с международным участием – М.: Изд-во ВНИРО,– С. 227-230.

Семенов Г.В., Краснова И.С. 2018. Сублимационная сушка пищевых продуктов.– М.: ДеЛи плюс, 292 с.

Maria Isabel Castro-Gonzalez, S. Carrillo-Dominguez y R.F. Perez-Gil. 1994. Chemical composition of *Macrocystis pyrifera* (giant sargazo) collected in summer and winter and its possible use in animal feeding. *Ciencias Marinas* 20(1), 33-40.

Интернет ресурс <http://www.vniro.ru/ru/novosti/vniro-razrabatyvaet-produkty-dlya-zdorovogo-obraza-zhizni>. Дата обращения 06.11.2019 г.

Микробиологические исследования черноморского калкана *Scophthalmus maoticus* северо–восточной части Черного моря и в условиях марикультуры Крыма

А.Д. Рыбальченко, М.А. Морозова

Азово–Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), г. Ростов-на-Дону
e-mail: allarybalchenko@yandex.ru

Ключевые слова: Черное море, калкан, рыбы, патология, условно-патогенные микроорганизмы, микробиологические показатели, микрофлора, марикультура.

Аннотация: Представлены результаты микробиологических исследований калкана Российской части шельфа Черного моря в нерестовый период 2009-2014 гг. и молоди калкана в условиях марикультуры Крыма. Мониторинг микробиологической безопасности калкана из Черного моря показал соответствие рыбы гигиеническим нормативам по показателям КМАФАНМ, БГКП, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus*, р. *Salmonella*. Превышение допустимых норм по количеству МАФАНМ регистрировали только для рыб с неизъявленными и изъявленными неоплазмами. Исследования молоди калкана включали определение видового состава микрофлоры. Установлено наличие условно-патогенных микроорганизмов: *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *Shewanella putrefaciens*, *Candida glabrata*. Данные были получены на основе культурального метода и MALDI-TOF масс-спектрометрии.

Черноморская камбала-калкан – ценный промысловый вид рыбы, который считается одним из самых дорогостоящих рыбных ресурсов Черного моря. На сегодняшний день запасы калкана находятся в неустойчивом состоянии и в динамике численности, особенно ее нерестовой части, тенденций к увеличению не наблюдается, объемы допускаемого улова ограничиваются, а состояние популяции характеризуется как нестабильное (Куманцов, 2013).

Истощение запасов калкана обусловлено рядом экологических факторов основным, из которых является антропогенное воздействие. Известно также о подверженности этого вида к заболеваниям. Промысловой статистикой неоднократно у нерестящегося калкана в северо-восточной части Черного моря регистрируются патологии в виде кожных новообразований и язв (Бойко, 2013).

В виду ограниченных возможностей промысла, а также в необходимости восполнения запасов столь ценного вида рыб, искусственное воспроизводство является наиболее эффективным комплексным решением этой проблемы. Однако выращивание калкана в условиях марикультуры сопряжено с рядом трудностей, таких как избирательность к факторам среды, кормам, соблюдение этапов жизненного цикла, в следствии чего выживаемость калкана до половозрелых особей крайне низкая. Определено, что к возрасту сеголеток из 500 тыс. икринок выживают 5-6 особей (Абросимова, Рыбальченко, 2019). В литературе есть данные о влиянии бактериальных инфекций на повышенную смертность камбалообразных от начала экзогенного питания до малькового периода (Ханайченко, 2005; Smith et. al, 1994).

Восстановление популяции калкана очень сложный процесс и необходимы инвестиции в данную отрасль, так как на сегодняшний день этот вид по-прежнему остается в категории «перспективных» объектов марикультуры (Маслова, 2013).

Целью работы были микробиологические исследования черноморского калкана из естественной среды обитания и молоди калкана в условиях марикультуры.

Материал и методика. Исследования калкана проведены в районах Черного моря в нерестовый период с 2009 по 2014 гг. на контрольно-наблюдательных пунктах (рис. 1). Для анализа отбирали образцы мышечной ткани, печени, крови и содержимое неизъявленных и изъявленных неоплазм. Всего обследовано 49 экз. рыб.

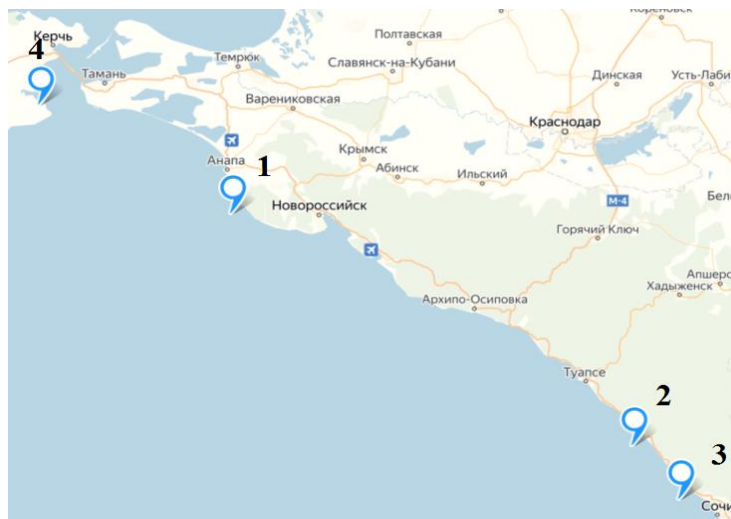


Рис. 1. Районы отбора проб: 1 – Большой Утрищ; 2 – п. Лазаревское; 3 – п. Лоо; 4 – НИБ «Заветное», Крым.

Микробиологическую безопасность живой (свежевыловленной) рыбы оценивали по 5 показателям (КМАФАнМ, БГКП, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemoliticus*, р. *Salmonella*) в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01.

Исследование молоди калкана включало определение видового состава микрофлоры. Рыбу обследовали (в возрасте 108 сут) (рис. 2) в количестве 5 экз. на НИБ «Заветное» в летний период 2019 г.



Рис. 2. Молодь черноморской калкана

Идентификацию и таксономическую классификацию микроорганизмов выполняли с помощью диагностических наборов, тест-систем (НЕФЕРМтест 24; ММТЕ–24, СИБ № 1) и хромогенных сред (HiCrome Candida Agar, HiCrome Vibrio), также проводили масс-спектрометрический анализ на приборе Autoflex speed III Bruker Daltonics (Германия) с программным обеспечением Biotyper.

Результаты и обсуждение. Результаты исследований показали соответствие черноморского калкана гигиеническим нормативам по 5 микробиологическим показателям. Превышение допустимых норм по количеству МАФАнМ (не более 5×10^4 КОЕ/г)

регистрировали только для особей с обширным поражением внешних покровов, однако при незначительных кожных патологиях этот показатель был в пределах нормы. Выявлены единичные случаи превышения КМАФАнМ до 10^6 - 10^7 КОЕ/г у калкана с неизъявленными и изъявленными неоплазмами. У этих особей также отмечали бактериальное инфицирование крови и печени. Из образцов выделяли в основном представителей родов *Vibrio*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*. Спектр УПМ, изолированных из пораженных участков кожи несколько варьировал по составу в точках отбора и был представлен: *V. alginolyticus*, *V. parahaemolyticus*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus* sp., *Staphylococcus* sp., *Clostridium* sp., *Clostridium perfringens*, *Cytophaga* sp., *Vibrio vulnificus*, сем. *Saprolegniaceae* (микроорганизмы расположили в убывающем порядке по частоте их обнаружения). Следует отметить, что одни из этих видов могут способствовать развитию язвенного процесса, другие же осложняют течение существующего заболевания.

У обследованной молодежи калкана в условиях бассейнового выращивания в составе микрофлоры были обнаружены УПМ: *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *Shewanella putrefaciens*, *Candida glabrata*, *Candida* sp. Бактерионосительство указанных видов УПМ может представлять потенциальную опасность для молодежи. По данным зарубежных исследований, *V. parahaemolyticus* является одним из возбудителей вибриоза с клиническими проявлениями в виде кожных язв (Sadok Khouadja, 2013), а *Sh. putrefaciens* вызывает шеванеллез, который характеризуется кровоизлияниями на коже и во внутренних органах как у пресноводных, так и у морских рыб (Ewa Paździor, 2016). Кандиды могут оказывать на рыб негативное воздействие, ослабляя его.

Таким образом, микробиологический мониторинг калкана из северо-восточной части Черного моря, проведенный в нерестовый период с 2009-2014 гг., показал соответствие рыбы гигиеническим нормативам. Превышение допустимых норм по показателю КМАФАнМ регистрировали только для особей с неизъявленными и изъявленными неоплазмами. У этих рыб пораженные участки кожи, печень и кровь были инфицированы условно-патогенными видами бактерий, которые могут способствовать развитию язвенного процесса или осложнять течение уже существующего заболевания. У молодежи калкана в условиях бассейнового выращивания в составе микрофлоры были обнаружены потенциально-опасные микроорганизмы: *Vibrio parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *Shewanella putrefaciens*, *Candida glabrata*, *Candida* sp., которые также могут спровоцировать заболевания.

Выражаем признательность зав. МЖК с ЦПВ Чемисовой О.С. и м.н.с. Сагакянц М.М., «Ростовский–на–Дону ордена Трудового Красного Знамени научно–исследовательский противочумный институт» за оказанную помощь в идентификации организмов масс–спектрометрическим методом. Также выражаем особую благодарность заведующей лабораторией марикультуры в ФГБНУ «ВНИРО» (АзНИИРХ) Туркуловой В.Н. за предоставленный биоматериал.

Список литературы

Абросимова Н.А., Рыбальченко А.Д., 2019. Состояние популяции и факторы повлиявшие на уменьшение запасов черноморской камбалы-калкана *Scophthalmus maeoticus*. С. 201.

Бойко Н.Е., Стрижакова Т.В., Рудницкая О.А., Ружинская Л.П., Морозова М.А., Самарская Е.А., Цема Н.И. 2013. Материалы к характеристике функционального состояния черноморского калкана *Scophthalmus maeoticus maeoticus* в нерестовый период 2009–2010 гг. Вопросы рыболовства 2(54), 272–281.

Куманцов М.И. 2013. Черноморская камбала–калкан: состояние запасов и пути их сохранения и восстановления. Труды ВНИРО 150, 21–34.

Маслова О.Н. 2013. Разведение и товарное выращивание черноморской камбалы-калкана *Scophthalmus maeoticus*: проблемы и методы. Труды ВНИРО 150, 35–49.

СанПиН 2.3.2.1078-01 2001. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы "Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов", 269 с.

Ханайченко А.Н. 2005. Микробиологические проблемы культивирования морских рыб на ранних стадиях развития (на примере камбалообразных) и пути их решения. Морський екологічний журнал 2(4), 23–37.

Khouadja S., Lamari F., Bakhrouf A. 2013. Characterization of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*) during disease outbreaks. International Aquatic Research, 11.

Paździor E. 2016. *Shewanella putrefaciens* – a new opportunistic pathogen of freshwater fish. Journal of Veterinary Research, 429–434.

Smith P., Hiney M.P., Samuelson O.B. 1994. Bacterial resistance to antimicrobial agents used in fish farming: critical evaluation of method and meaning. Ann. Rev. Fish Dis., 273–313.

Трехмерная структура мезомасштабных вихрей в Лофотенской котловине: композитный анализ на основе сопоставления *in situ* и спутниковых данных

Н.В. Сандалюк, Т.В. Белоненко

Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург
e-mail: nikitasandaliuk@gmail.com

Ключевые слова: уровень моря, альтиметрия, мезомасштабные вихри, Лофотенская котловина.

Аннотация: Район Лофотенской котловины является одним из наиболее динамически активных районов Северной Атлантики и представляет собой зону повышенной мезомасштабной вихревой активности. Для подробного изучения основных характеристик мезомасштабных вихрей мы используем методику сопоставления данных альтиметрии и натурных данных. Для определения границ вихрей и позиционирования STD профилей относительно центра вихря использовались данные спутниковой альтиметрии. Получены радиальные обобщенные структуры для циклонических и антициклонических вихрей. Анализируется термохалинная структура полученных композитных вихрей и рассчитывается вихревой транспорт для всего исследуемого региона.

Введение. Лофотенская котловина является самым динамически активным регионом Северной Атлантики, характеризующимся локальными максимумами дисперсии уровня океана и высокой кинетической энергии синоптических вихрей. В центре котловины расположен квазипостоянный Лофотенский вихрь, представленный линзой теплой соленой воды на интервале глубин 300-1000 м с горизонтальным масштабом около 100 км (Белоненко и др., 2014; Lu-Sha Yu и др., 2017; Raj и др., 2016). Ключевой особенностью мезомасштабной динамики Лофотенского бассейна является отделение вихрей от восточной ветви Норвежского течения и их распространение в западном направлении. За счет данных процессов осуществляется транспорт теплых и соленых атлантических вод в более глубокую часть бассейна. Процесс отделения вихрей от основного потока также способствует постепенному охлаждению Норвежского течения на его пути в Северный ледовитый океан, что в свою очередь оказывает существенное влияние на климат региона и, в более долгосрочной перспективе – на площадь ледового покрова в Баренцевом море, так как она напрямую зависит от объема тепла, переносимого Норвежским течением в Арктику. Кроме того, мезомасштабные вихри обеспечивают богатую кормовую базу для местной биоты (Raj и др., 2016). Вот почему изучение мезомасштабных вихрей Лофотенского бассейна играет важнейшую роль в понимании океанологических и биологических региональных процессов.

Основной целью данного исследования является получение новых данных о термохалинной структуре вихрей Лофотенского бассейна и оценка их влияния на водные массы и транспорт изучаемого региона. Для достижения данной цели мы применяем метод сопоставления данных альтиметрии и STD профилей, который позволяет нам получить обобщенную трехмерную структуру вихрей для исследуемого района.

Для идентификации местоположения вихрей и отслеживания траекторий их перемещения мы используем массив Mesoscale Eddy Trajectory Atlas Product. Данный массив создан на основе алгоритма автоматической идентификации вихрей, разработанного Челтоном (Cheton и др., 2011). В настоящее время массив поддерживается и распространяется сайтом AVISO+ (<https://www.aviso.altimetry.fr>).

Для создания трехмерной структуры вихрей использовался массив «Hydrography of the Nordic Seas, 2000-2017: A merged product», предоставленный Университетом Бергена.

Метод сопоставления CTD профилей и данных альтиметрии был впервые представлен в работе Chaigneau и др. (2011) и использовался в ряде исследований для различных районов Мирового океана (He и др., 2018; Yu и др., 2018; Kubryakov и др., 2018).

Суть данного метода заключается в следующем. Каждый выбранный профиль ассоциировался с ближайшим вихрем если он удовлетворял двум условиям: (1) Профиль и вихрь имеют одинаковую дату наблюдения; (2) Профиль расположен в пределах одного радиуса от центра вихря. Общее число профилей выделенных внутри антициклонических (АЕ) и циклонических (СЕ) вихрей составило 624 и 405 соответственно. Их позиция относительно центра вихря показана на рис. 1.

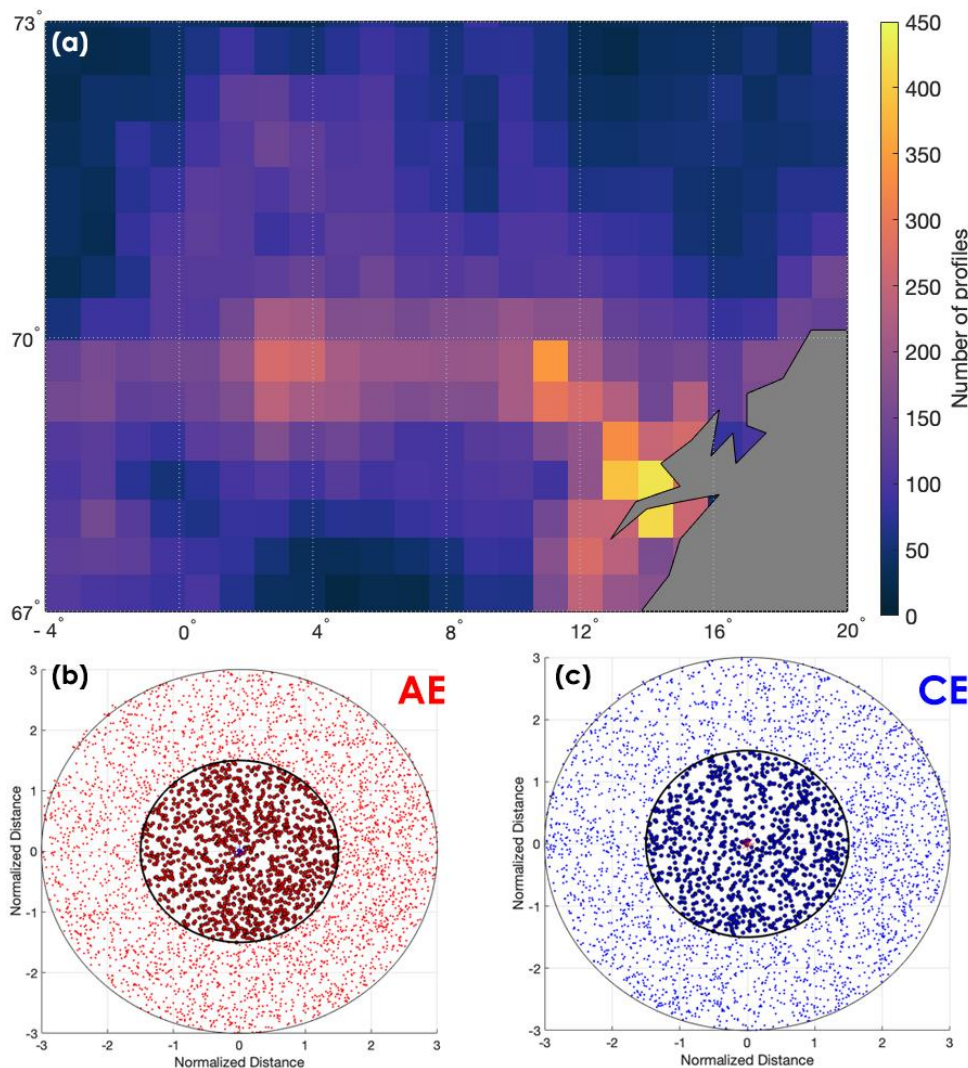


Рис. 1. (а) Карта плотности гидрографических профилей в районе Лофотенской котловины (количество профилей в ячейке $0.35^\circ \times 1^\circ$ за период 2000-2017); (b,c) Распределение выделенных профилей в нормализованных координатах относительно центра циклонического (а) и антициклонического (с) вихрей.

Для расчёта транспорта объёма воды, переносимого вихрями и оценки пространственного распределения данного параметра для изучаемого района, мы использовали подход, предложенный в работе Dong et al. (2017). В данной работе был предложен новый метод расчета транспорта, основанный на использовании траекторий вихрей, выделенных на основе данных альтиметрии.

В результате были получены зональные разрезы аномалий температуры, солёности и плотности для АЕ и СЕ. Мы можем видеть, что наиболее ярко выраженные аномалии

расположены в пределах одного радиуса композитного вихря и в пределах глубины 1000 м. Положительные аномалии температуры в композитном АЕ сосредоточены в слое 100-600 м с ярко выраженным максимумом, расположенным на глубине 250 м (рис. 2). Распределение аномалий солёности в композитном АЕ в целом соответствует распределению аномалий температуры с максимумом 0,04 г/кг, расположенным на глубине 350 м. Наблюдаемая термохалинная стратификация АЕ тесно связана со структурой водных масс в Лофотенском бассейне. Благодаря процессам даунвеллинга и конвергенции Атлантическая вода проникают до глубины 1000 м. Основываясь на полученных результатах мы можем сделать вывод, что ядро композитного АЕ расположено в промежутке глубин 50-550 м.

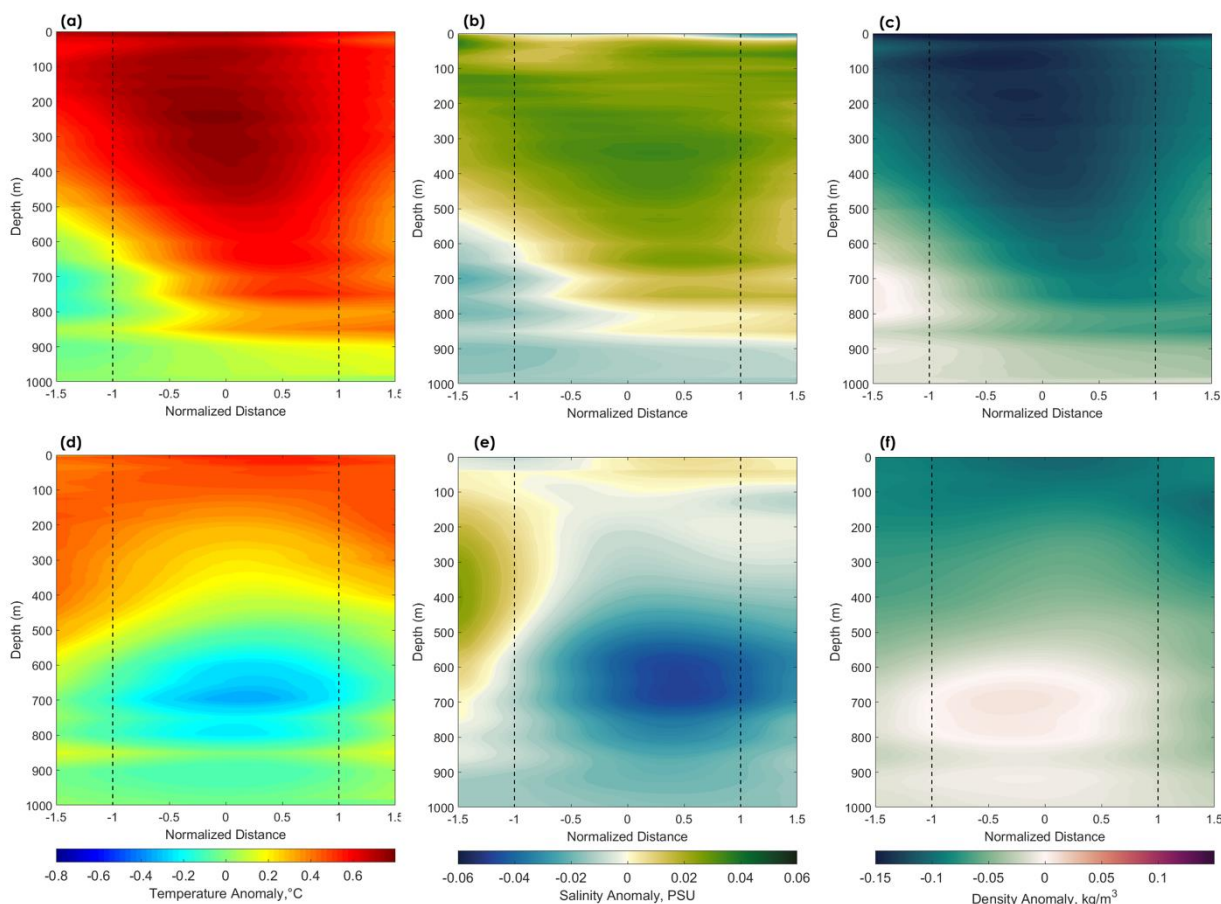


Рис. 2. Зональные разрезы аномалий температуры (a, d), солёности (b, e) и плотности (c, f) для композитного антициклонического (верхний ряд) и антициклонического (нижний ряд) вихрей.

Термохалинная структура композитного СЕ представляет собой более сложную картину. Она содержит двойное ядро, с максимумом аномалий в верхнем слое 100 м ($0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ / $0,01\text{ г/кг}$) и отрицательным пиком, расположенным на глубине 700м ($-0,32\text{ }^{\circ}\text{C}$ / $-0,05\text{ г/кг}$). По всей видимости нижнее ядро сформировалось в результате процессов апвеллинга, которых создает зону дивергенции за счет чего более холодные глубинные воды поднимаются в верхние слои. Процессы апвеллинга в композитном СЕ распространяются до глубин 100 м. Наблюдаемые отрицательные аномалии солёности в пределах 200-1000м являются необычным явлением для вихрей циклонической полярности. Солёная вода в циклонических вихрях поднимается из более глубоких слоев и, как правило, формирует положительные аномалии солёности (Chaigneau et al., 2011; Keppler et al., 2018; He et al., 2018). Полученное ядро, содержащее в себе отрицательные аномалии солёности, сформировалось вследствие особенностей термохалинной структуры исследуемого региона, где Атлантическая вода формирует слой теплой и солёной воды в пределах глубин 500 м. (Bosse et al., 2018).

На основе полученных данных были проведены оценки меридионального и зонального транспорта, осуществляемого вихрями в Лофотенском бассейне. Зональный транспорт имеет преобладающее западное направление. Среднее значение зонального транспорта для всего наблюдаемого региона составило 0,1 Sv. Зональный транспорт значительно усиливается в северо-восточной части Лофотенского бассейна, где наблюдается максимальное значение (0,6 Sv). В юго-западной части бассейна значения зонального транспорта близки к нулю. Максимальное значение восточного транспорта наблюдается в западной части исследуемого региона (0,3 Sv).

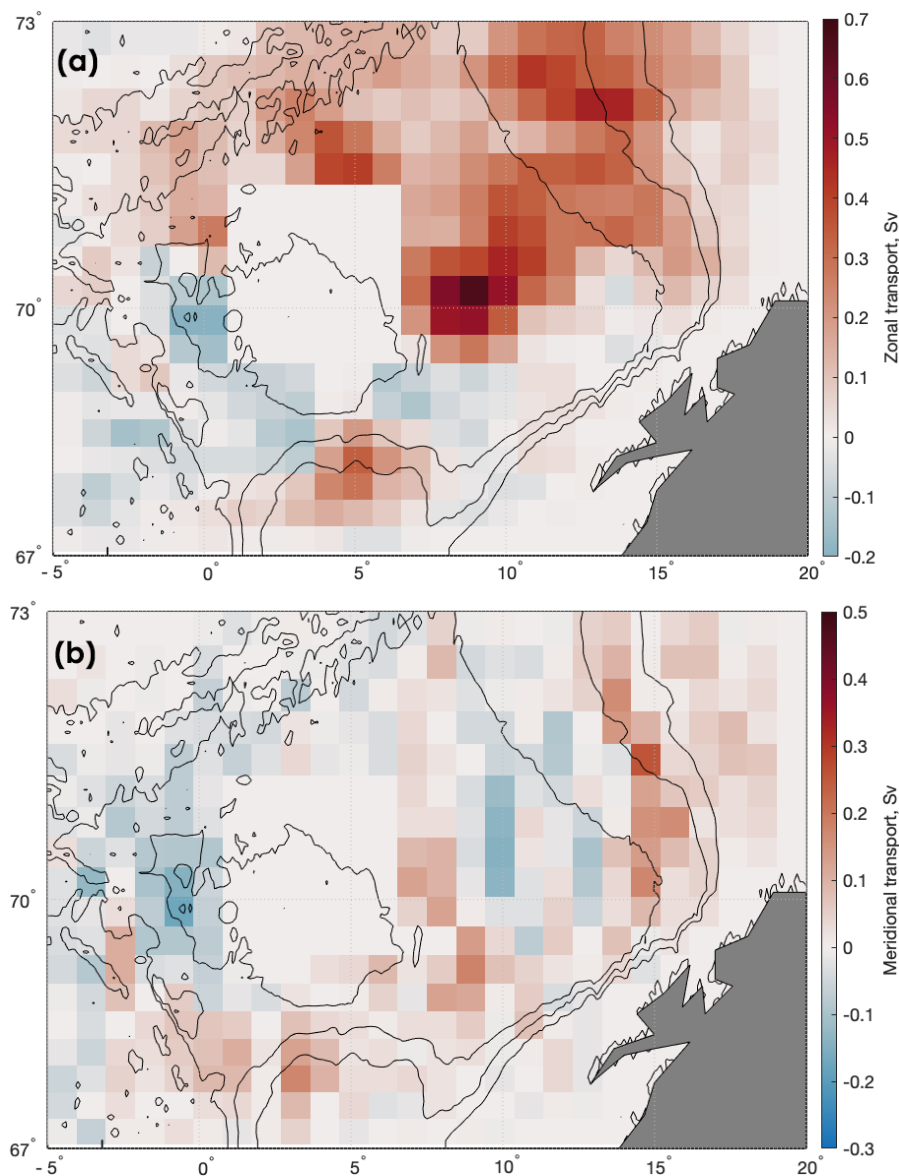


Рис. 3. Зональный (а) и меридиональный (б) транспорт, рассчитанный для ячеек $0,35^\circ \times 1^\circ$ (за исключением района Лофотенского вихря). Положительные значения обозначают западный/северный транспорт, отрицательные – восточный/южный транспорт

Выводы. На основе данных массива “Hydrography of the Nordic Seas, 2000-2017: A merged product” получены радиальные разрезы аномалий температуры, солёности и плотности для АЕ и СЕ. Очевидно, что наиболее ярко выраженные аномалии расположены в пределах одного радиуса композитного вихря и в пределах глубины 1000 м.

Наблюдаемая термохалинная стратификация АЕ тесно связана со структурой водных масс в Лофотенском бассейне. Установлено существенное влияние Атлантической воды на термохалинную структуры вихрей в Лофотенском бассейне. Основываясь на полученных

результатах, мы определили вертикальную протяженность вихрей, глубину залегания и мощность ядра для вихрей обеих полярностей.

Для всего района Лофотенской котловины наблюдается преобладание зонального западного транспорта, осуществляемого мезомасштабными вихрями, которые отделяются от западной ветви Норвежского течения.

Совместный анализ синхронных альтиметрических измерений и CTD профилей в целом является перспективным методом исследования вертикальной термохалинной структуры мезомасштабных вихрей.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, грант № 18-17-00027.

Список литературы

Белоненко Т.В., Волков Д.Л., Ожигин В.К., Норден Ю.Е. 2014. Циркуляция вод в Лофотенской котловине Норвежского моря. Вестн. С.-Петербург. Ун-та. 7(2), 108-121.

Bosse A., Fer I., Søliland H., Rossby T. 2018. Atlantic water transformation along its poleward pathway across the Nordic Seas. *Journal of Geophysical Research: Oceans*. 123, 6428–6448.

Chaigneau A., M. Le Texier, G. Eldin, C. Grados, O. Pizarro. 2011. Vertical structure of mesoscale eddies in the eastern South Pacific Ocean: A composite analysis from altimetry and Argo profiling floats. *Journal of Geophysical Research*. 116.

Chelton D.B., Schlax M.G., Samelson R.M. 2011. Global observations of nonlinear mesoscale eddies, *Prog. Oceanogr.* 91, 167-216.

Dong D., Brandt P., Chang P., Schutte F., Yang X., Yan J., Zeng J. 2017. Mesoscale eddies in the Northwestern Pacific Ocean: Three-dimensional eddy structures and heat/salt transports. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 122, 9795–9813.

He Q., Zhan H., Cai S., He Y., Huang G., Zhan W. 2018. A new assessment of mesoscale eddies in the South China Sea: Surface features, three-dimensional structures, and thermohaline transports. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123.

Keppler L., Cravatte S., Chaigneau A., Pegliasco C., Gourdeau L., Singh A. 2018. Observed characteristics and vertical structure of mesoscale eddies in the southwest tropical Pacific. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 123, 2731–2756.

Kubryakov A.A., Bagaev A.V., Stanichny S.V., Belokopytov V.N. 2018. Thermohaline structure, transport and evolution of the Black Sea eddies from hydrological and satellite data. *Progress in Oceanography*, 167, 44-63.

Lu-Sha Yu, Anthony Bosse, Ilker Fer, Kjell A. Orvik, Erik M. Bruvik, Idar Hessevik, Karsten Kvalsund. 2018. The Lofoten Basin eddy: Three years of evolution as observed by Seagliders. *Journal of Geophysical Research* 122, 6814–6834.

Raj R. P., Johannessen J.A., Eldevik T., Nilsen J.E.Ø., Halo I. 2016. Quantifying mesoscale eddies in the Lofoten Basin. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 121, 4503–4521.

Yu L.-S., Bosse A., Fer I., Orvik K.A., Bruvik E.M., Hessevik I., Kvalsund K. 2017. The Lofoten Basin eddy: Three years of evolution as observed by Seagliders, *J. Geophys. Res: Oceans*. 122, 6814–6834.

Накопление хлорорганических соединений в органах и тканях промысловых рыб Черного моря

Т.В. Сиверина^{1,2}, Т.О. Барабашин^{1,2}

¹Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), г. Ростов-на-Дону

²Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

e-mail: tvsiverina@yandex.ru

Ключевые слова: Черное море, промысловые рыбы, хлорорганические пестициды, полихлорированные бифенилы.

Аннотация. Представлены результаты исследований 2018-2019 гг. По накоплению хлорорганических пестицидов (ХОП), полихлорированных бифенилов (ПХБ) в мышцах, печени и гонадах основных промысловых видов рыб Черного моря (мерланг *Merlangius merlangus euxinus*, шпрот *Sprattus sprattus phalericus*, камбала-калкан *Scophthalmus maeoticus maeoticus*). Из определяемых ХОП в пробах идентифицированы основные продукты распада пестицида дихлордифенилтрихлорметилметана (ДДТ) – дихлордифенилдихлорэтилен (ДДЕ) и дихлордифенилдихлорэтан (ДДД). Препарат ДДТ обнаружен в единичных случаях. Изомеры гексахлорциклогексана (α -, γ -, β -ГХЦГ) в исследуемых пробах не обнаружены. Из определяемых конгенов полихлорированных бифенилов в органах и тканях исследованных рыб обнаружены в различных вариациях стойкие и опасные пента-, гекса- и гептахлорбифенилы, в том числе диоксиноподобные конгены. Обнаруженные в органах промысловых рыб концентрации ХОП и ПХБ не превышали значений допустимых уровней (ДУ), предусмотренных СанПиН 2.3.2.1078-01 (Гигиенические требования..., 2002).

Введение. Среди токсикантов глобального распространения выделяется группа загрязняющих веществ, таких как стойкие органические загрязняющие вещества (СОЗ), которые не имеют природных аналогов. В эту группу входят хлорорганические пестициды (ХОП) и полихлорбифенилы (ПХБ) – химические вещества, широко применяющиеся в сельском хозяйстве и промышленности. За период использования данных веществ в окружающей среде были накоплены сотни тысяч тонн хлорорганических соединений (ХОС), которые в естественной среде устойчивы к разложению и до настоящего времени обнаруживаются во многих компонентах морских экосистем. Появление в морской среде ХОС связано с их поступлением с речными водами, со стоками с сельскохозяйственных угодий, промышленными стоками и переносом в атмосфере (Бабкина, 1978). Известно, что ХОП и ПХБ оказывают токсическое воздействие на водные организмы при более низких концентрациях, чем многие другие загрязняющие вещества. Даже концентрации хлорорганических соединений в воде, не превышающие предельно допустимые концентрации для рыбохозяйственных водоемов (10 нг/л) (Нормативы качества..., 2011), вызывают патологические нарушения в организме рыб и других гидробионтов, в частности нарушается воспроизводительная функция рыб, увеличивается частота злокачественных новообразований и ряд других патологий (Клюев, 2000).

Материалы и методы исследований. Материалом для исследований служили промысловые виды рыб: мерланг *Merlangius merlangus euxinus*, камбала-калкан *Scophthalmus maeoticus maeoticus*, шпрот *Sprattus sprattus phalericus*, выловленные в ходе комплексных экспедиций в Черном море, проводившихся в различные периоды 2018 и 2019 гг. Для исследований отбирали самок и самцов с близкими морфометрическими показателями внутри вида. У крупных рыб анализировали печень, гонады и мышцы, взятые от отдельных особей, у шпрота использовали интегральные пробы мышц 10 особей. Пробы биоматериала были заморожены и хранились при температуре минус 18 °С.

Оценка накопления ХОП в пробах рыб дана по сумме концентраций наиболее распространенных стойких хлорорганических пестицидов: изомеров гексахлорциклогексана (α -, γ -, β -ГХЦГ) и метаболитов 4,4'-дихлордифенилтрихлорметилметана (ДДТ): дихлордифенилдихлорэтилена (ДДЕ) и дихлордифенилдихлорэтана (ДДД) и их изомеров (2,4-ДДЕ, 4,4'-ДДЕ, 4,4'-ДДД, 2,4-ДДД, 2,4-ДДТ). Анализ проводили с использованием метода газо-жидкостной хроматографии на газовом хроматографе «Кристалл 2000М» («Хроматэк», Россия), оснащенном детектором по захвату электронов (ДЭЗ). Полихлорбифенилы определяли по сумме конгенов ПХБ: 28, 29, 44, 47, 49, 52, 87, 98, 99, 101, 105, 110, 118, 138, 153, 156, 157, 167, 180 обозначения по системе ИЮПАК (Попова, Шамрова, 1987). Анализ на содержание ПХБ проводили с использованием хроматомасс-спектрометрической системы, включающей газовый хроматограф и масс-спектрометрический детектор высокого разрешения (GCMS-2010 Plus «Shimadzu», Япония). Все методики, использованные в данном исследовании, разработаны в Азово-Черноморском филиале ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») и включены в Государственный реестр методик количественного химического анализа и оценки состояния объектов окружающей среды, допущенных для государственного экологического контроля и мониторинга. (Практическое руководство..., 2018).

Результаты и обсуждение. Мерланг *Merlangius merlangus euxinus*. Концентрации ХОП в органах и тканях мерланга, выловленного в 2018-2019 гг. в северо-восточной части Черного моря варьировали в пределах от 0,2-283,2 мкг/кг в 2018 г., 0,2-726,8 мкг/кг сырой массы в 2019 г. У побережья Крымского полуострова пределы варьировали от 3,7-498,6 мкг/кг сырой массы в 2018 г. и от 0,1-687,5 мкг/кг сырой массы в 2019 г.

Максимальное накопление пестицидов независимо от места и времени вылова рыб зафиксировано в печени. При этом в печени рыб, выловленных в северо-восточной части Черного моря, накопление ХОП выше, чем в печени рыб, выловленных у побережья Крымского полуострова. Концентрации в проанализированных пробах рыб не превышали допустимый уровень ДУ 3000 мг/кг. Из определяемых пестицидов в мышцах и гонадах мерланга обнаружены p,p' -ДДТ и его метаболиты – p,p' -ДДЕ, p,p' -ДДД. Концентрации p,p' -ДДЕ в печени мерланга превышали концентрации p,p' -ДДТ, что характерно для хронического загрязнения (давнего). Препараты группы ГХЦГ в исследованных пробах не найдены.

В печени всех проанализированных проб мерланга обнаружены ПХБ. У рыб из северо-восточной части Черного моря значения достигали 81,4 мкг/кг в 2018 г., 60,5 мкг/кг сырой массы в 2019 г., у рыб с побережья Крымского полуострова – 47,9 мкг/кг (2018г.), 29,2 мкг/кг сырой массы в 2019 г. В составе ПХБ идентифицированы пентахлорбифенилы (конгены 99, 101, 110, 138, 153, 180, и диоксиноподобные конгены 156, 118). В гонадах и мышцах мерланга в единичных случаях концентрации ПХБ составили 4,4 мкг/кг сырой массы. Превышение ДУ ПХБ в исследованных пробах не зафиксировано.

Камбала-калкан *Scophthalmus maeoticus maeoticus*. Концентрации ХОП в мышцах камбалы, выловленной в 2018-2019 гг. в северо-восточной части Черного моря, варьировали в пределах 1,6-3,4 мкг/кг, у побережья Крымского полуострова – 1,7-12,8 мкг/кг сырой массы и не превышал <1,0 мкг/кг сырой массы.

Шпрот *Sprattus sprattus phalericus*. Концентрации ХОП в мышцах шпрота в 2018-2019 гг. не превышали ДУ и варьировали в пределах 1,4-75,8 мкг/кг сырой массы. Наиболее высокая концентрация ХОП обнаружена в мышцах шпрота, выловленного в северо-восточной части Черного моря в 2019 г. Из определяемых пестицидов обнаружены ДДТ и его метаболиты – p,p' -ДДЕ. Преобладание содержания p,p' -ДДЕ свидетельствует о хроническом загрязнении. Препараты группы ГХЦГ не обнаружены.

ПХБ в мышцах шпрота варьировали в диапазоне 8,5-9,4 мкг/кг сырой массы. Диоксиноподобные конгены не были зафиксированы.

Заключение. Полученные данные по накоплению ХОП и ПХБ в промысловых рыбах показали, что несмотря на действующий запрет использования этих опасных загрязняющих веществ, они до сих пор обнаруживаются в промысловых рыбах Черного моря. Среди

исследованных рыб по-прежнему встречаются особи с достаточно высоким содержанием ХОП и ПХБ, что связано с очень высокой стабильностью этих веществ, а также их кумулятивной способностью.

Список литературы

Бабкина Э.И., Бобовникова Ц.И. 1978. О количественном извлечении хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов из органов и тканей рыб. Гидробиологический журнал 14(3), 103–105.

Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2.1078-01. Утвержденным Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации от 31.05.2002 №18.

Клюев Н.А., Бродский Е.С. 2000. Определение полихлорированных бифенилов в окружающей среде и биоте. Полихлорированные бифенилы. Супертоксиканты XXI века. Информационный выпуск 5, 31–63.

Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения 2011. Под ред. С.А. Соколовой. М.: Изд-во ВНИРО, 257 с.

Попова Г.В., Шамрова Л.Д. 1987. Накопление пестицидов в воспроизводительной системе рыб и их гонадотоксические воздействия. Экспериментальная водная токсикология 12, 191–201.

Практическое руководство по химическому анализу элементов водных экосистем. Приоритетные токсиканты в воде, донных отложениях, гидробионтах 2018. Под ред. Т.О. Барабашина. Ростов-н/Д.: Мини Тайп, 436 с.

Биоразнообразие фитопланктона в водоемах комплексного назначения Юга России

Ю.В. Сирота

Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»),
отдел «Краснодарский», г. Краснодар
e-mail: sirota_y_v@azniirkh.ru

Ключевые слова: фитопланктон, водоемы комплексного назначения, показатели биоразнообразия.

Аннотация: Изучался видовой состав фитопланктона в 7 водоемах комплексного назначения Краснодарского и Ставропольского краев, Республики Адыгея. Выявлены основные закономерности его изменения по сезонам. Рассчитан коэффициент биологического разнообразия Жаккара и проведено сравнение альгофлоры по этому показателю исследованных водоемов.

Целью исследования была оценка сезонной динамики численности и биомассы фитопланктона, показателей сходства биоразнообразия.

Проведены исследования фитопланктона в трех субъектах Российской Федерации. Отбор проб, количественную и качественную обработку, проводили по общепринятым методикам (Абакумов, 1983). Видовая принадлежность определялась с использованием базы данных AlgaeBase. Для оценки сходства биоразнообразия планктонных альгоценозов использовали коэффициент Жаккара (Шмидт, 1984).

При проведении гидробиологических исследований в различных водоемах нередко ставятся задачи оценки сообществ по флористическому составу и определения степени их сходства друг с другом (Кузьмин, 1975; Зернова и др., 2004; Батаева и др., 2017). Оценить близость видового состава фитопланктона двух сравниваемых водоемов на основании качественных показателей (присутствие или отсутствие видов) дает возможность коэффициент Жаккара. Данный показатель нормирован и находится в диапазоне от 0 (сходство отсутствует) до 1 (полное сходство).

Водоемы комплексного назначения юга России характеризуются небольшими глубинами, значительным поступлением биогенных элементов, наличием заливов, что сказывается на высокой продуктивности фитопланктона.

В период исследования общая альгофлора водохранилищ по сезонам представлена 192 таксонами, относящимся к 7 основным группам, *Chlorophyta* – 79 вида, *Bacillariophyta* – 50 видов, *Cyanobacteria* – 32 вида, *Euglenozoa* – 17 видов, *Cryptophyta*, *Charophyta*, *Miozoa*, *Ochrophyta* представлены от 2 до 5 видами.

В зависимости от сезона происходит изменение видового состава, которое на прямую связано с температурным режимом и трофическими связями в водоемах.

Весной, с увеличением светового дня, повышением температуры воды, альгофлора представлена 140 таксонами, массовое развитие *Chlorophyta* до 56 видов, *Bacillariophyta* до 35 видов. Наименьшая средняя биомасса фитопланктона отмечена в Варнавинском ($0,02 \text{ г/м}^3$), а наибольшая – в Октябрьском водохранилище ($5,06 \text{ г/м}^3$). Наибольшее видовое сходство наблюдается между Чограйским, Крюковским и Октябрьским водохранилищами (табл. 1).

Таблица 1. Матрица коэффициента сходства биологического разнообразия фитопланктона исследованных водоемов в весенний период

| Водохранилище | Варнавинское | Волчи ворота | Краснодарское | Крюковское | Новотроицкое | Октябрьское | Чограйское |
|---------------|--------------|--------------|---------------|------------|--------------|-------------|------------|
| Варнавинское | - | 0,14 | 0,20 | 0,17 | 0,18 | 0,16 | 0,09 |
| Волчи ворота | - | - | 0,28 | 0,29 | 0,26 | 0,18 | 0,29 |
| Краснодарское | - | - | - | 0,24 | 0,28 | 0,30 | 0,26 |
| Крюковское | - | - | - | - | 0,26 | 0,33 | 0,39 |
| Новотроицкое | - | - | - | - | - | 0,31 | 0,24 |
| Октябрьское | - | - | - | - | - | - | 0,39 |

В летний период альгофлора водоемов увеличивается до 168 таксонов, максимальные биомассы фитопланктона достигаются во всех водоемах. Доминируют синезеленые (70 видов) и зеленые (33 вида) водоросли, как по численности, так и по биомассе, что повышает коэффициент флористического сходства. Так в водохранилищах: Октябрьское, Краснодарское, Волчи ворота, Варнавинское оно достигает величины 0,47 (табл. 2).

Таблица 2. Матрица коэффициента сходства биологического разнообразия фитопланктона исследованных водоемов в летний период

| Водохранилище | Варнавинское | Волчи ворота | Краснодарское | Крюковское | Новотроицкое | Октябрьское | Чограйское |
|---------------|--------------|--------------|---------------|------------|--------------|-------------|------------|
| Варнавинское | - | 0,42 | 0,36 | 0,32 | 0,30 | 0,32 | 0,20 |
| Волчи ворота | - | - | 0,42 | 0,36 | 0,28 | 0,34 | 0,25 |
| Краснодарское | - | - | - | 0,31 | 0,28 | 0,47 | 0,28 |
| Крюковское | - | - | - | - | 0,24 | 0,29 | 0,18 |
| Новотроицкое | - | - | - | - | - | 0,24 | 0,31 |
| Октябрьское | - | - | - | - | - | - | 0,29 |

В осенний период, с понижением температуры, уменьшается количество видов в альгофлоре исследуемых водоемов до 118 таксов. Отмечается постепенное снижение численности и биомассы фитопланктона. Однако возросло количество видов водорослей присутствующих в каждом водоеме, что приводит к увеличению коэффициента сходства биологического разнообразия, среднее значение коэффициента Жаккара 0,37 (табл. 3).

Таблица 3. Матрица коэффициента сходства биологического разнообразия фитопланктона исследованных водоемов в осенний период

| Водохранилище | Варнавинское | Волчьи ворота | Краснодарское | Крюковское | Новотроицкое | Октябрьское | Чограйское |
|---------------|--------------|---------------|---------------|------------|--------------|-------------|------------|
| Варнавинское | - | 0,35 | 0,44 | 0,42 | 0,45 | 0,37 | 0,35 |
| Волчьи ворота | - | - | 0,33 | 0,31 | 0,28 | 0,31 | 0,34 |
| Краснодарское | - | - | - | 0,40 | 0,40 | 0,36 | 0,34 |
| Крюковское | - | - | - | - | 0,38 | 0,41 | 0,31 |
| Новотроицкое | - | - | - | - | - | 0,37 | 0,35 |
| Октябрьское | - | - | - | - | - | - | 0,42 |

На основании проведенных исследований можно сделать следующее заключение. В весенний период к наиболее распространенным видам относится 15 таксонов, которые встречаются во всех водоемах. Коэффициент флористического сходства в этот период достигает минимальной величины – 0,25. В летний количество общих видов увеличивается до 19, а коэффициент Жаккара – до 0,31. Максимального флористического сходства микроводорослей (0,37) в исследованных водоемах отмечено в осенний период, когда число общих таксонов возрастает до 21 вида.

Список литературы

- Абакумов В.А. 1983. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Изд-во «Гидрометеиздат», 240 с.
- Батаева Ю.В., Дзержинская И.С., Яковлева Л.В. 2017. Состав комплекса фототрофов в различных типах почв Астраханской области. Почвоведенье 8, 973 – 982.
- Зернова В.В., Шевченко В. П., Политова Н.В. 2004. Флористическое сходство осеннего фитопланктона Баренцева моря. Всероссийская конференция с международным участием "Геодинамика и геологические изменения в окружающей среде северных регионов" Архангельск: Изд-во: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологических проблем Севера Уральского отделения Российской академии наук, 310-314.
- Кузьмин Г.В. 1975. Методы изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Изд-во «Наука», 240 с.
- Шмидт В.М. 1984. Математические методы в ботанике. Л.: изд-во «Ленинград», 228 с.

Оценка хронической токсичности природных вод Карповского водохранилища методом биотестирования

М.С. Смолянский, Л.Н. Фокина, К.А. Корнилова

Волгоградский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ВолгоградНИРО»), г. Волгоград
e-mail: gidrotox@mail.ru

Ключевые слова: Карповское водохранилище, биотестирование, хроническая токсичность, *Daphnia magna*.

Аннотация. В работе представлены результаты исследований хронической токсичности воды Карповского водохранилища проводимых с использованием низших ракообразных *Daphnia magna*. Проведена оценка хронической токсичности как по смертности, так и по выживаемости тест-организмов. Дана сравнительная характеристика динамики изменения хронической токсичности за пятилетний период с 2014 г. по 2019 г.

Введение. Данное исследование является продолжением токсикологических исследований среды обитания Карповского водохранилища проводимых Волгоградским отделением ФГБНУ «ГосНИОРХ» в 2014 г. Исследуемое водохранилище является крупнейшим в системе Волго-Донского судоходного канала (ВДСК) в пределах Волгоградской области (рис.).

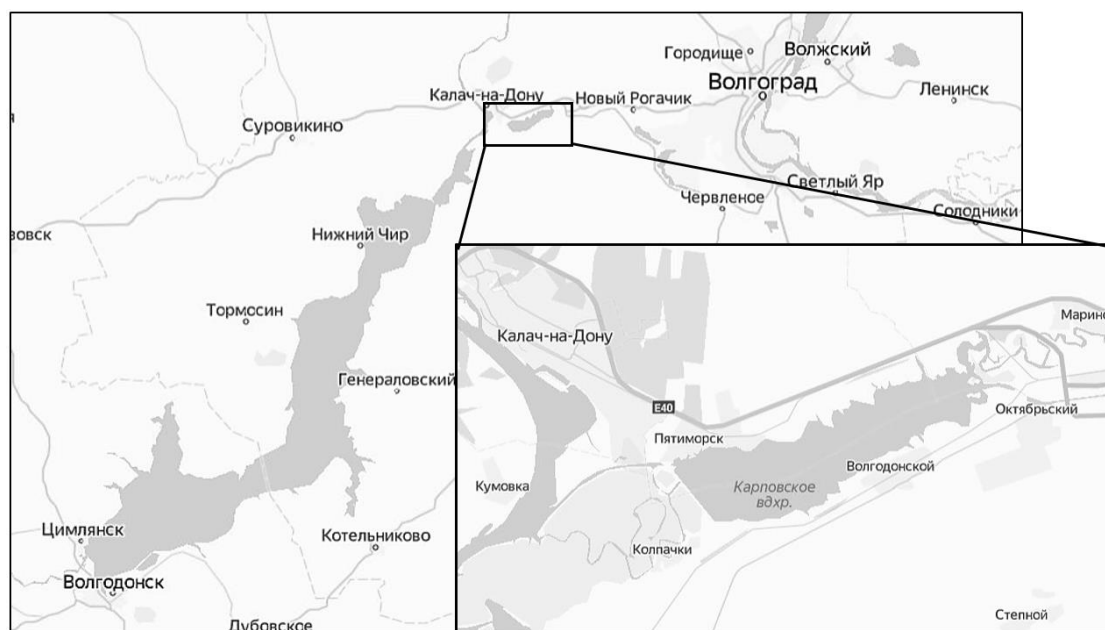


Рис. Карта-схема расположения Карповского водохранилища в системе ВДСК

Водные ресурсы Карповского водохранилища используются для судоходства, орошения и водоснабжения близлежащих населённых пунктов, кроме того, водохранилище является рыбопромысловым водоёмом.

За последние десятилетия наблюдается тенденция к увеличению антропогенной нагрузки на водоем, главным образом за счет увеличения количества судов, пропущенных по бассейну Волго-Донского судоходного канала, так в 2014 г. количество судов составляло 7121 ед. (На Волго-Донском канале ..., 2014), а в 2018 г. уже 10977 ед. (Итоги навигации..., 2018), что негативно влияет на токсикологические показатели среды обитания водных биоресурсов

(ВБР).

В связи с этим становится актуальной необходимость проведения комплексных исследований по оценке динамики изменения токсикологического состояния среды обитания ВБР Карповского водохранилища.

Целью нашего исследования является оценка хронической токсичности воды Карповского водохранилища методом биотестирования.

Методика. Исходными данными для проведения работы являются результаты токсикологических исследований проб воды, проводимых в 2014 г. (Смолянский, Фокина, 2015), а также современные данные, полученные нами в летний период 2019 г.

Материалом для выполнения исследования послужили пробы природной воды отобранные сотрудниками аккредитованной лаборатории гидрохимии и токсикологии Волгоградского филиала ФГБНУ «ВНИРО» на Карповском водохранилище в летний период 2019 г. Отбор проб природной воды произведен в соответствии с ГОСТ 31861-2012.

Хронические токсикологические эксперименты выполняли в соответствии с требованием методики – «Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний» (Жмур, 2007). В качестве тест-объекта использовались низшие ракообразные *Daphnia magna*. Критерием наличия хронической токсичности по выживаемости является гибель 20 и более % *D. magna* по сравнению с контролем в течение 24 сут от начала биотестирования. Критерием наличия хронической токсичности по плодовитости является достоверное отклонение в количестве родившейся молоди на одну самку, из числа выживших по отношению к контролю в течение 24 сут от начала биотестирования.

Результаты. Сравнительные результаты хронических токсикологических экспериментов, проведенных в летний период 2014 г. и 2019 г. представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Результаты хронического токсического действия проб воды на *Daphnia magna* (по выживаемости)

| Год | время от начала биотестирования (сутки) | количество выживших дафний (сумма трех повторностей), экз. | | процент погибших дафний к контролю, % | оценка хронического токсического воздействия |
|------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------|----------------------------------------------|
| | | контроль | опыт | | |
| 2014 | 24 | 30 | 20 | 33 | оказывает |
| 2019 | 24 | 30 | 23 | 23 | оказывает |

В результате выполненного токсикологического анализа по выживаемость тест-объектов в 2019 г. установлено наличие хронической токсичности воды Карповского водохранилища, что совпадает с данными исследований 2014 г.

Таблица 2. Результаты хронического токсического действия проб воды на *Daphnia magna* (по плодовитости)

| Год | время от начала биотестирования (сутки) | плодовитость (ср. кол-во выметанной молоди в пересчете на одну самку), экз. | | изменение плодовитости и от контроля, % | t _д | t _{ст} | оценка хронического токсического воздействия |
|------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------|----------------|-----------------|----------------------------------------------|
| | | контроль | опыт | | | | |
| 2014 | 24 | 13,5 | 12,6 | 6,48 | 1,30 | 2,78 | не оказывает |
| 2019 | 24 | 11,3 | 9,3 | 17,7 | 2,84 | 2,78 | оказывает |

В результате выполненного токсикологического анализа по плодовитости тест-объектов в 2019 г. также установлено наличие хронической токсичности природной воды. Полученные результаты свидетельствуют об увеличении степени токсичности воды Карповского водохранилища по сравнению с 2014 г., так как ранее токсичность по плодовитости отсутствовала.

Выводы. В результате проведенной токсикологической оценки природной воды Карповского водохранилища в 2019 г. установлено, что исследуемая природная вода оказывает хроническое токсическое действие на *D. magna* как по выживаемости, так и по плодовитости в отличие от данных 2014 г., когда отмечалось хроническое токсическое действие только по выживаемости (Смолянский, Фокина, 2015). Таким образом, за исследуемый пятилетний период наблюдается тенденция к ухудшению токсикологического состояния исследованного водохранилища. На данный момент его состояние по реакции тест-объекта *D. magna*, можно охарактеризовать как «неблагополучное».

Список литературы

Жмур Н.С. 2007. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. М.: Акварос, 52 с.

Итоги навигации на Волго-Доне [Электронный ресурс] // Seaneews, информационно аналитическое агентство. URL: <http://seaneews.ru/2018/11/29/ru-itogi-navigacii-na-volgo-done/>. (Дата обращения: 09.10.2019).

На Волго-Донском канале завершилась навигация [Электронный ресурс] // Комсомольская правда. URL: <https://www.volgograd.kp.ru/daily/26326/3208515/>. (Дата обращения: 09.10.2019).

Смолянский М.С., Фокина Л.Н. 2015. Токсикологическая оценка среды обитания водных биологических ресурсов Карповского водохранилища методом биотестирования. Международной научной конференции молодых ученых «Современные вопросы экологического мониторинга водных и наземных экосистем». г. Ростов-на-Дону: Изд-во ФГБНУ «АзНИИРХ», 235-240.

Сравнительный анализ некоторых показателей пищеварительных ферментов и энтеральной микробиоты желудочно-кишечного тракта симпатрической пары сигаов озера Телецкое

М.М. Соловьев¹, Е.Н. Кашинская¹, Н.А. Бочкарев¹, Н.С. Пустовалова^{1,2}, Е.П. Симонов¹, Э. Жизберт³

¹Институт систематики и экологии животных СО РАН (ФГБУН «ИСиЭЖ СО РАН»), г. Новосибирск

²Новосибирский государственный университет, (ФГАОУВО «НГУ»), г. Новосибирск

³Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA), Sant Carles de la Rapita, Spain
e-mail: yarmak85@mail.ru

Ключевые слова: щелочные протеазы, трипсин, химотрипсин, рН оптимум, корегониды, симбионтная микрофлора.

Аннотация. Работа направлена на выявление особенностей функционирования пищеварительных ферментов и симбиотной микрофлоры желудочно-кишечного тракта сигаов из озера Телецкое. Выявлены достоверные различия в уровнях активности панкреатических ферментов и составе симбиотной микрофлоры кишечника.

Coregonus lavaretus – широко распространенный в северном полушарии вид, образующий в озёрах симпатрические популяции. Одна из таких пар обитает в Телецком озере: малотычинковый (менее 30 тычинок на первой жаберной дуге) сиг-пыжьян *C. lavaretus* pidshian (бентофаг) и многотычинковый (в среднем 34 тычинки) сиг Правдина *C. l. pravdinellus* (планктофаг). Согласно одной из гипотез, кормовая база водоема послужила ключевым фактором в морфологической адаптации данных форм сигаов к их типам питания. Однако остается не исследованной функциональная адаптация различных компонентов желудочно-кишечного тракта сигаов (пищеварительные ферменты, структура микробного сообщества) к данным типам питания. Цель работы – провести сравнительный анализ ключевых биохимических параметров пищеварительных ферментов и структуры микробного сообщества в желудочно-кишечном тракте телецкого сига и сига Правдина. Сбор материала проводился на озере Телецкое (51°79'с.ш.; 87°26'в.д.) в сентябре 2012 и 2017 гг. Сигаов отлавливали ставными жаберными сетями (20–25 мм), затем в пластиковых контейнерах с водой доставляли в лабораторию. У живых особей желудочно-кишечный тракт немедленно извлекались и замораживались в жидком азоте для последующего анализа. Для определения структуры микробного сообщества в слизистой и содержимом различных отделов пищеварительного тракта были отдельно отловлено по пять особей каждой формы сигаов. Активности, рН и температурные оптимумы, а также кинетические характеристики основных групп пищеварительных ферментов (желудочные, панкреатические и пристеночные) определяли в желудке и трех отделах кишечника с пилорическими придатками. Изоферментный состав щелочных протеаз определяли только в кишечнике. Нами не выявлено достоверных различий в исследуемых характеристиках пищеварительных ферментов (кроме активности) между сигаами. Также не обнаружено достоверных отличий в активности пепсина (желудок) и ферментах щеточной каймы энтероцитов кишечника. В тоже время специфическая активность ключевых ферментов поджелудочной железы (трипсин, химотрипсин, липаза и амилаза) была достоверно выше у сига телецкого по сравнению с сигом Правдина. Также мы отмечаем существенные различия в структуре микробных сообществ, как в слизистой, так и в содержимом пищеварительного тракта между исследуемыми формами сигаов. Таким образом, на данном этапе работы можно констатировать, что основные биохимические отличия между сигом Правдина (планктофаг) и сигом телецким (бентофаг) заключаются в уровне активности панкреатических ферментов.

Также различный тип питания оказывает существенное влияние на структурную и функциональную составляющие микробных сообществ пищеварительного тракта сигов. Работа поддержана Российским Научным Фондом, проект № 17-74-10071.

Сравнительная характеристика паразитарной чистоты окуня обыкновенного (*Perca fluviatilis* L.) из естественных водоемов разного типа Астраханской области

Е.А. Степаненко, Н.А. Каниева, И.В. Волкова, К.С. Попова

Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань
e-mail: Liza_10.03.97@mail.ru

Ключевые слова: паразитологические исследования, окунь обыкновенный, открытый и замкнутый водоемы.

Аннотация: проведены санитарно-паразитологические исследования рыб, на примере окуня обыкновенного (*Perca fluviatilis* L.), из открытых и замкнутых водоемов Астраханской области. Обнаружены опасные нематоды семейства Anisakidae и не опасные для здоровья человека паразиты, но значительно портящие товарный вид рыб нематоды рода *Eustrongylides*. Установлено, что динамика паразитарной чистоты рыб находится в зависимости от сезона года. В осенний период количество паразитов и процент пораженности особей больше, чем в зимний и весенний периоды года.

Рыба является одним из самых распространенных продуктов питания и считается источником многих необходимых для нормального обмена веществ человека и животных питательных веществ и минеральных элементов. Несмотря на это, рыба может стать источником распространения паразитарных болезней человека и животных, содержать остаточные количества различных токсических веществ, что может привести к нарушению санитарного и экономического благополучия.

Объектом исследования являлся обыкновенный окунь (*Perca fluviatilis* L.), представитель относится к роду пресноводных окуней семейства окунёвых (Percidae) отряда окунеобразных (Perciformes), наиболее распространенный вид окуневых рыб в водоемах Астраханской области. Было исследовано 40 проб, выловленных из реки Сарбай и водохранилища Шуралинское в осенний, зимний, весенний периоды 2018–2019 гг. Средняя масса образцов составила от 101 до 182,8 гр.

Паразитологические исследования проводили методом параллельных разрезов, методом исследования мышечной ткани на просвет и компрессорный методом в соответствии с «Правилами ветеринарно-санитарной экспертизы пресноводной рыбы и раков», МУК 3.2.988-00 «Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки», и «Методика паразитологического инспектирования морской рыбы и рыбной продукции (морская рыба-сырец, рыба охлажденная и мороженая)».

В результате проведенных паразитологических исследований, в уловах из р. Сарбай и водохранилища Шуралинское были обнаружены не опасные для человека, но значительно портящие товарный вид рыб нематоды рода *Eustrongylides*. Пробы рыбы из р. Сарбай были наиболее поражены и всего из 10 проб осеннего улова было извлечено 52 эустронгилиды, из 10 проб зимнего улова – 20 эустронгилид, а из 10 проб весеннего улова – 17 эустронгилид. В пробах рыбы из водохранилища обнаружены всего 2 паразита в 10 осенних пробах, в зимних и весенних пробах – по 1 паразиту.

Также в пробах, выловленных из реки были обнаружены опасные для здоровья человека нематоды семейства Anisakidae в количестве 63 паразитов, извлеченных из осенних проб, 57 паразитов из зимних и 34 из весенних. В пробах, выловленных из водохранилища данный паразит обнаружен не был, это связано с тем, что нематоды семейства Anisakidae поражают морскую рыбу или рыб обитающих в реках, связанных с морем. Река Сарбай

впадает в Каспийское море, соответственно поражение ее фауны данным гельминтом возможно, в то время Шуралинское водохранилище – водоем замкнутый, соответственно наличие этого паразита исключено.

Кроме того, в результате проведенных паразитологических исследований, в 1 пробе рыбы, выловленной из Шуралинского водохранилища в осенний период и в 1 пробе, выловленной из реки Сарбай в весенний период были обнаружены – *Paracoenogonimus ovatus* в количестве 1 паразита. Метациккарии, представляющие опасность для здоровья человека. В некоторых пробах из реки Сарбай в зимний период был обнаружен возбудитель россикотремоза рыб – *Rossicotrema donicum* в количестве 47 паразитов. Также в пробах из Шуралинского водохранилища в зимний период были обнаружены скребни - *Acanthocephala*, в количестве 41 экземпляра, но при проведении ветеринарно-санитарной экспертизы их не учитывают, так как они не локализованы в мышцах рыбы, а находятся в кишечнике.

В соответствии с МУК 3.2.988-00 были произведены подсчеты экстенсивности и допустимого среднего числа паразитов на 1 кг массы. Проведен сравнительный анализ по экстенсивности и допустимому среднему числу паразитов на 1 кг рыбы в зависимости от времени года и типа водоема (рис. 1, 2).

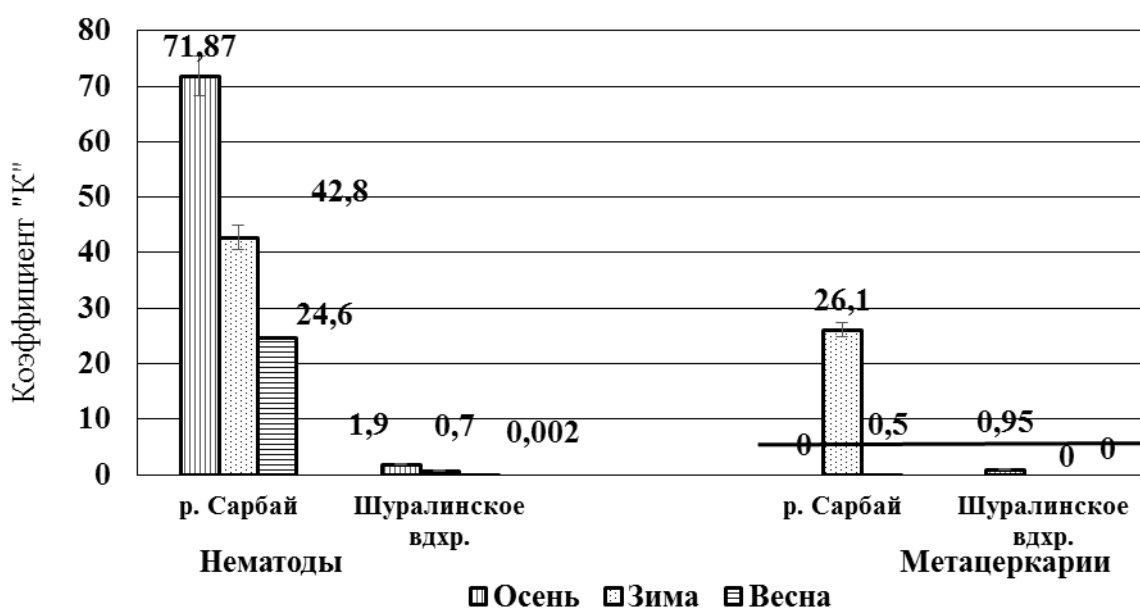


Рис. 1. Сравнительный анализ коэффициента «К» уловов из водоемов разного типа и динамика в зависимости от сезона года

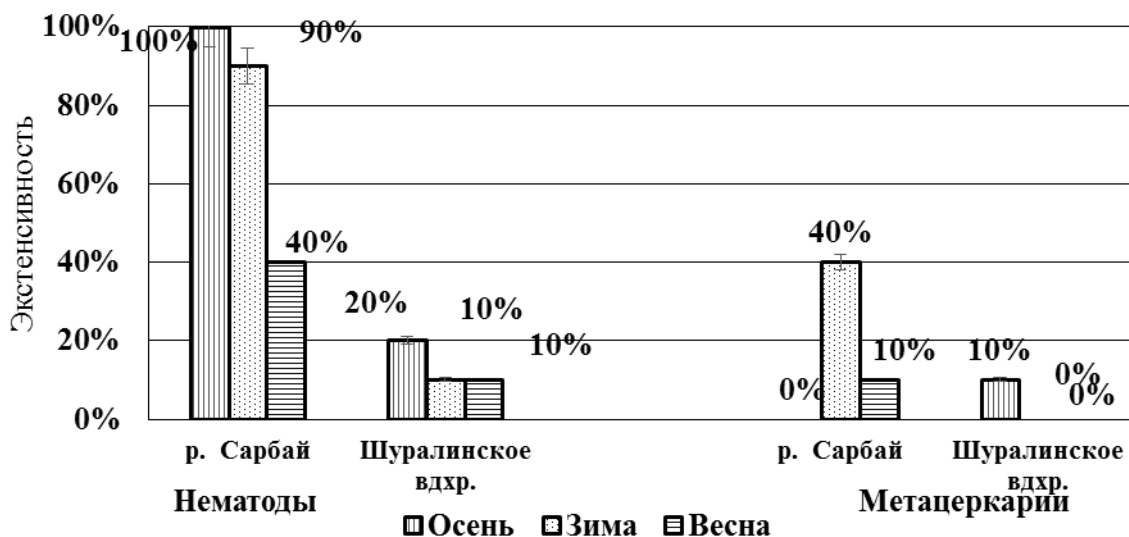


Рис. 2. Сравнительный анализ экстенсивности уловов из водоемов разного типа и динамика в зависимости от сезона года

Таким образом, по результатам проведенных исследований следует, что Шуралинское водохранилище, как замкнутый водоем является более благополучным и безопасным водоемом в отношении пораженности окуня обыкновенного гельминтами, так как при проведении подсчетов в соответствии с требованиями МУК было установлено, что рыба, выловленная из водохранилища допустима в пищу после зачистки, потрошения и соответствующих методов обеззараживания, а рыба, выловленная из реки Сарбай по всем показателям превышает значения требований, и может быть использована после зачистки, термической обработки для изготовления кормов животным и для других не пищевых целей.

Динамика паразитарной чистоты рыб находится в зависимости от сезона года, что можно связать с изменениями температурных режимов и количества кислорода в воде. В осенний период количество паразитов и процент пораженности особей больше, чем в зимний и весенний периоды года. Вероятнее всего гибель некоторых паразитов объясняется влиянием неблагоприятных абиотических факторов.

Транспортный коридор - Северный морской путь, как транспортный маршрут доставки рыбной продукции с Дальнего Востока

Р.П. Тебеньков¹, В.А. Погуца², Е.С. Якубович³

¹ФГБУ «Главрыбвод», г. Москва

²Международный инновационный университет, г. Сочи

³Государственный университет управления, г. Москва

e-mail: egorsergeevich@mail.ru

Ключевые слова: Транспортная инфраструктура, международная транспортная система, страны-участницы Шанхайской организации сотрудничества, совершенствование, транспорт, сотрудничество в области экономики, механизмы, обеспечение, правовая безопасность.

Аннотация: Совершенствование транспортной инфраструктуры, а также совершенствование международной транспортной системы являются основными элементами повышения интенсивности международного сотрудничества в области транспортировки рыбной продукции. Федеральное агентство по рыболовству, Госкорпорация «Росатом» и рыбопромышленные организации создадут рабочую группу по организации судоходной линии с Дальнего Востока в Европейскую часть России по Северному морскому пути. Следует отметить, что совершенствование логистического комплекса выступает упорядочивающим элементом, в отсутствие которого не представляется возможным выстроить механизм международного взаимодействия в рыбной отрасли и экономики. Северный морской путь можно считать наиболее выгодной и перспективной в финансовом плане Евразийской транспортной системой (коридором).

В целях повышения уровня продовольственной безопасности Российской Федерации необходимо развивать альтернативные пути доставки рыбной продукции с Дальнего Востока. Одним из вариантов является организация постоянной судоходной линии для транспортировки рыбной продукции с Дальнего Востока по Северному морскому пути.

Однако нельзя не учитывать негативное воздействие на совершенствование транспортных связей следующих факторов:

- существующее положение на мировой экономической арене;
- ужесточение санкций и постоянное появление новых санкций;
- снижение экономического развития государств Тихоокеанского региона;
- прекращение деятельности некоторыми инвестиционными организациями.

В 2015 году в Уфе прошёл саммит Шанхайской организации сотрудничества (ШОС). На данном саммите были приняты соглашения, касающиеся признания странами-участницами ШОС тех интересов, которые являются наиболее актуальными для развития экономики этих стран, а также соглашения, которые касаются разработки современных банковских систем, которые могли бы послужить эффективной реализации масштабных проектов, соединяющих одновременно несколько государств, в области инфраструктурного развития.

Такие факторы как глобализация, изменения, происходящие в климате во всем мире, глобальное потепление, несомненно внесут изменения в проекты совершенствования транспортных коридоров и инфраструктуры на севере. Сегодня особое внимание в организации международной транспортной связи уделяется именно Северному морскому пути, арктическая система воспринимается как более выгодная альтернатива южным транспортным сетям доставки рыбной продукции. Более того, Северный морской путь занимает особое место в совершенствовании транспортной инфраструктуры в странах-

участницах Шанхайской организации сотрудничества, способствует количественному увеличению причалов перегрузочных комплексов, современного транспортного обеспечения для деятельности в Арктике. Следует также отметить, что во внимание были взяты не только вопросы экономики, но и продовольственной безопасности на тех территориях, где будет проходить транспортный коридор, увеличение мер безопасности в антитеррористической деятельности на границах новых союзов.

Северной территории России уделяется все большее внимание по мере увеличения хозяйственного взаимодействия в мире. С помощью такого взаимодействия все больше актуальности приобретают вопросы развития Северного морского пути при транспортировке рыбной продукции. Интеграция мировых отношений в области экономики рыбного хозяйства даёт толчок к разработке и созданию современного межконтинентального транспортного пути, соединившего Европу и Азию. Северный морской путь является самым коротким и экономически целесообразным в северной части Евразийского региона. Достижение задач, стоящих при реализации рассматриваемого проекта, позволит существенно повысить национальную безопасность, продовольственную безопасность, развитие экономики в странах-участницах Шанхайской организации сотрудничества в области рыболовства и сохранения водных биологических ресурсов.

Геополитическое положение в мире всегда определяет направления развития глобальных транспортных путей. Экономическое преимущество государств находилось в прямой зависимости от власти над мировыми торговыми путями территориями и продовольственной базой. Кроме того, история целой страны могла напрямую зависеть от изменений, происходящих в механизме мировых торговых отношений. Именно поэтому необходимость разработки современных транспортных связей, предназначенных для осуществления международных перевозок и, в частности, продовольствия, возникает тогда, когда в мире происходят изменения в области определения господствующих положений тех или иных стран. В данном случае речь идёт об увеличении значимости Шанхайской организации сотрудничества "азиатского вектора" международной политики в целом. Так, в 2013 г. Пекин показал, какую внешнеполитическую позицию он намерен занять: опубликовал проект Морского шёлкового пути, который соединяет китайские порты с портами Сингапура, Малайзии, Индонезии, Австралии), и наземного Великого шелкового пути, который соединяет Среднюю Азию, Россию и Европу. Главной целью этих проектов ставилось обеспечение защиты Китая от натиска со стороны Америки, поскольку абсолютная часть внешней торговли Китая, которая имеет стратегическое значение для его экономики, осуществляется именно посредством морских перевозок. В связи с этим, необходимо исключить любую блокировку транспортных связей.

Совершенствование Северного морского пути и транспортных связей в странах-участницах Шанхайской организации сотрудничества позволяет извлечь выгоду не только отдельным государствам, но и Шанхайской организации в целом. Так, современный и вновь созданный транспортный коридор будет выгодней в экономическом плане, чем существовавшие ранее пути. Например, маршрут из Азиатско-Тихоокеанского региона в Европу (табл. 1.).

Таблица 1. Сравнительный маршрут из Азиатско-Тихоокеанского региона в Европу

| Наименование маршрута | Расстояние
(тыс. км.) | Кол-во
дней |
|---------------------------------|--------------------------|----------------|
| через мыс Доброй Надежды | 31,2 | 46 |
| через Суэцкий канал | 21,8 | 34 |
| маршрут Северного Морского пути | 15,6 | 23 |

Следовательно, срок доставки груза снизится до 23 дней и расходы на обслуживание транспорта существенно снизятся. Если говорить о загруженности Северного морского пути, то один только Китай способен организовать постоянную работу данного пути в силу наличия большого количества товаров и средств для перевозки таких товаров. В будущем речь идет о переориентировании в этом направлении торговых маршрутов всего АТР, прогноз транзита грузоперевозок по Северному морскому пути (рис. 1), планируется в 2030 году до 40 мил. тонн.

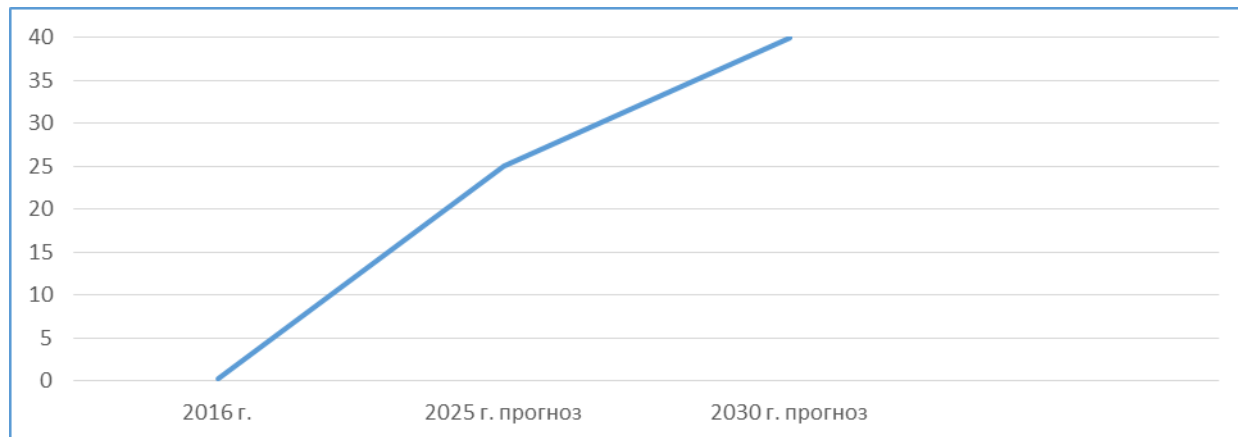


Рис. 1. Прогноз грузоперевозок по Северному морскому пути (млн. тонн)

При развитии проекта потребуется комплексный подход, включая обеспечение обратной загрузки транспортных судов, модернизация морских портов, в первую очередь создание контейнерных терминалов, не только на территориях дальневосточных регионов, но и в центральной части России. А это уже целый ряд инфраструктурных проектов, реализация которых возможна при задействовании резервов не только Российской Федерации, но и иностранных инвесторов.

СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ



Рис. 2. Северный морской путь

Кроме того, Северный морской путь (рис. 2) отличается своей безопасностью. Пиратская деятельность в районах Молуккского пролива и Аденского залива, активизация деятельности радикалов в районе Суэцкого канала представляют угрозу блокировки ранее созданных транспортных систем. В связи с этим увеличиваются риски и затраты организаций, осуществляющих перевозку. Именно поэтому реализация проекта современного транспортного коридора является абсолютно перспективным и выгодным в экономическом плане для каждого участника мировой торговли в целом, и в частности – для развития инфраструктуры стран-участниц Шанхайской организации сотрудничества.

Наша страна на протяжении нескольких лет уделяет большое внимание развитию своих территорий на севере в области разработки инфраструктурных проектов. В 2008 году были приняты Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 г. В 2013 году Президент РФ В. В. Путин утвердил стратегию развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности также на период до 2020 года. Одной из главных целей указанной стратегии является совершенствование транспортной системы Арктического региона, продовольственной безопасности Евразийского региона и международного сотрудничества.

Кроме того, наблюдается тенденция развития отношения в рамках Шанхайской организации сотрудничества в сфере совершенствования транспортной инфраструктуры на Дальнем Востоке.

В связи с вышеизложенным можно сделать вывод о том, что успешное развитие транспортной системы, совершенствование Северного морского пути принесёт как Российской Федерации, так и странам-участницам Шанхайской организации сотрудничества выгодное финансовое положение, а также развитие перевозок рыбной продукции по Северному морскому пути, будет способствовать созданию и улучшению центров по обслуживанию рыбопромыслового флота и его развитию, а так же развитию инфраструктуры северных районов России.

Список литературы

Веретенников Н.П., Богачев В.Ф., Ульченко М.В. 2015 г. «Северный морской путь: транспорт, экономика, геополитика». Вестник МГТУ 18(3), 386-392.

Полюхович Г.И., Козьменко С.Ю. 2005 г. Теория морской силы и экономическое обладание морем. Морской сборник 3, 36-42.

Банько Ю. 15.06.2016 г. Морской фасад России смотрит на Ледовитый океан «Вечерний Санкт-Петербург» <https://vecherka-spb.ru/2016/06/15/morskoj-fasad-rossii-smotrit-na-ledovityj-ocean/>.

«Для доставки рыбы с Дальнего Востока рассматривается возможность организации постоянной судоходной линии» «ПортНьюс» от 25.10.2018 г. <http://portnews.ru/news/266592/>.

Фитопланктон бухты Парис (залив Петра Великого, Японское море) в районе содержания морских млекопитающих

К.О. Тевс¹, О.Г. Шевченко^{2,3}, М.А. Шульгина²

¹Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

²Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, г. Владивосток

³Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет (ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»), г. Владивосток

e-mail: tevs.kirill.95@yandex.ru

Ключевые слова: фитопланктон, видовой состав, плотность, бухта Парис, залив Петра Великого, Японское море.

Аннотация. Представлены сведения о видовом составе и плотности фитопланктона прибрежных вод б. Парис (залив Петра Великого, Японское море) по данным регулярного отбора в 2014-2015 гг. Идентифицировано 103 вида и внутривидовых таксонов микроводорослей из 4 отделов. Плотность фитопланктона изменялась от 1,3 тыс. кл./л до 1,9 млн кл./л, биомасса от 9 мг/дм³ до 15,7 г/дм³. Сезонная динамика микроводорослей была обусловлена двумя или тремя пиками увеличения плотности. С использованием световой и электронной микроскопии представлены описания морфологии доминирующих видов *Skeletonema japonicum*, *Thalassiosira nordenskiöldii* и видов рода *Chaetoceros*.

Введение. Важным аспектом в изучении экологии современности выступают проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды. Одним из показателей благополучия прибрежных акваторий является состояние водных растительных сообществ. Изучение фитопланктона имеет как теоретическое, так и практическое значение; микроводоросли являются первичным трофическим уровнем, определяя структуру и продуктивность водных экосистем. Массовое развитие фитопланктона в водных экосистемах, может сопровождаться рядом негативных последствий (Peierls et al., 2012, Watanabe et al., 2017).

Для прибрежных вод, имеющих статус особо охраняемых акваторий, участков развития аквакультуры или нерестилищ особенно необходима детальная характеристика фитопланктона. К таким акваториям относится исследуемая нами бухта Парис, расположенная в северо-восточной части о-ва Русский. На Базе изучения морских млекопитающих Научно-образовательного комплекса «Приморский океанариум» – филиала Национального научного центра морской биологии Дальневосточного отделения Российской академии наук в нескольких вольерах на открытой воде содержатся китообразные и ластоногие. Исследование состояния микроводорослей в районе исследования позволит оценить как степень воздействия морских млекопитающих на окружающую среду, так и уровень влияния экосистемы на животных.

Материалы и методы. В основу работы легли сборы фитопланктона, выполненные на мониторинговой станции в б. Парис (зал. Петра Великого, Японского моря) в период 2014-2015 гг. (рис. 1). Пробы объемом 1 л отбирали два раза в месяц с глубины 0,5 м пятилитровым батометром Нискина. Фиксировали раствором Утермеля до бледно-желтого цвета и концентрировали методом осаждения (Utermöhl, 1958). При подсчете клеток микроводорослей использовали камеру типа Нажотта объемом 0,05 мл (Федоров, 1979).

Биомассу микроводорослей оценивали объемным методом, используя литературные данные измерения объема клеток каждого вида (Нестерова, Василенко, 1986; Sun, Liu, 2003).

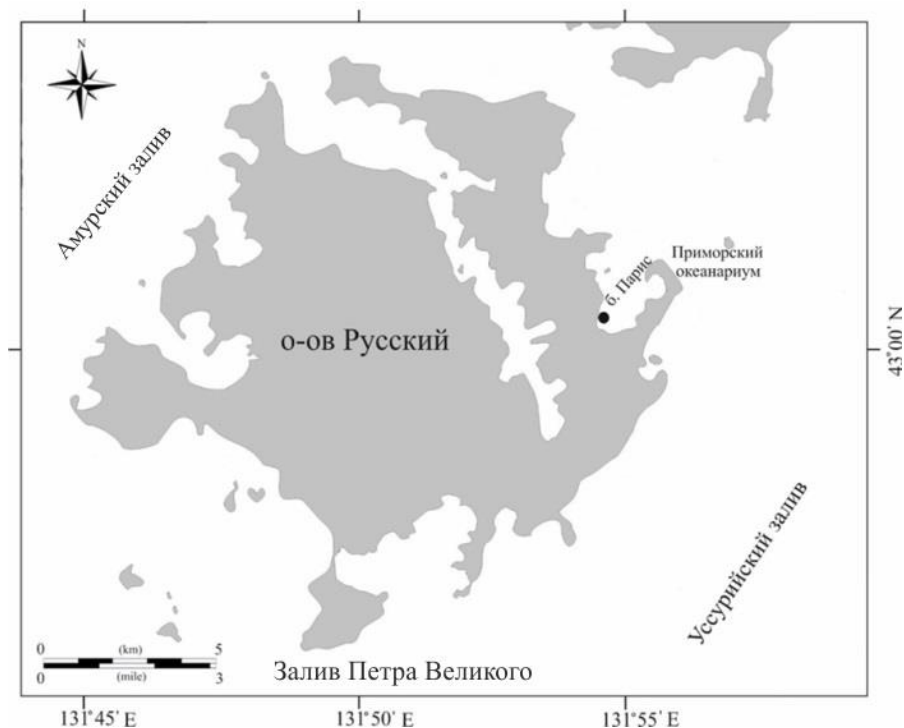


Рис. 1. Карта–схема б. Парис (зал. Петра Великого, Японское море)

Видовую идентификацию проводили под световым микроскопом Carl Zeiss Axio Lab. A1. Структуру панциря изучали при помощи трансмиссионного электронного микроскопа JEM 100S (ТЭМ) и сканирующего электронного микроскопа Carl Zeiss Sigma 300 (СЭМ). Препараты для ТЭМ готовили по стандартной методике (Hasle, Fryxell, 1970). Для очистки клеток от органики материал объемом 2 мл кипятили с добавлением концентрированной серной кислоты. Каплю отмытой дистиллированной водой пробы наносили на покрытые фромваром бленды с последующей сушкой на воздухе. Пробы для СЭМ промывали дистиллированной водой, обезвоживали в этиловом спирте, выдерживая в разведениях 25, 50, 75 и 100% по 30 мин. Материал на нуклеопоровом фильтре помещали на предметный столик и высушивали на воздухе.

Доминирующими считали виды, плотность которых составляла не менее 20% от общей плотности фитопланктона (Коновалова, 1984). К видам вызывающим «цветение» воды относили микроводоросли плотность которых превышала 10^6 кл./л (Colijn, 1992).

Результаты и их обсуждение. В фитопланктоне б. Парис в период исследования было идентифицировано 103 вида и внутривидовых таксонов микроводорослей, из 4 отделов: Bacillariophyta (49 видов и внутривидовых таксонов), Dinoflagellata (47), Ochrophyta (6) и Euglenophyta (1).

Анализ количественных данных микроводорослей показал, что плотность фитопланктона изменялась в пределах от 1,3 тыс. кл./л до 1,9 млн кл./л, а биомасса от 9 мг/м^3 до $15,7 \text{ г/м}^3$. Максимальные значения плотности и биомассы наблюдали в марте 2014 г. (рис. 2).

В 2014 г. наблюдали 2 пика плотности и биомассы фитопланктона: в зимний и весенний периоды, оба пика были обусловлены массовым развитием диатомовой водоросли *Thalassiosira nordenskioldii*. Первый зимний пик развития микроводорослей (плотность – 128,6 тыс. кл./л, биомасса – $5,41 \text{ г/м}^3$), наблюдаемый 18 февраля (рис. 2А), значительно уступал весеннему. Наряду с *T. nordenskioldii* в незначительном количестве присутствовали клетки диатомовой водоросли *Pleurosigma formosum*. Второй, наиболее значительный пик развития фитопланктона (плотность – 1,9 млн кл./л, биомасса – $15,7 \text{ г/м}^3$) зарегистрирован 18 марта. Наряду с *T. nordenskioldii* вегетировали диатомеи *Melosira moniliformis* и *Odontella aurita*.

В 2015 г. отмечали 3 пика плотности фитопланктона и 1 пик биомассы: в летний и осенний периоды (рис. 2Б). В летний период (04 августа) наблюдали максимальное значение биомассы во второй год исследования ($11,01 \text{ г/м}^3$), характеризующиеся развитием крупноклеточной диатомовой водоросли *Coscinodiscus* sp. Пик плотности микроводорослей ($243,8 \text{ тыс. кл./л}$) в этот же период был обусловлен массовым развитием динофлагелляты *Prorocentrum triestinum*. Осенние пики развития микроводорослей регистрируемые 20 октября (плотность – $416,1 \text{ тыс. кл./л}$, биомасса – $1,93 \text{ г/м}^3$) и 17 ноября (плотность – $744,1 \text{ тыс. кл./л}$, биомасса – $0,86 \text{ г/м}^3$), характеризовались высокой плотностью фитопланктона и низкими значениями биомассы. Основу пиков формировали *Skeletonema japonicum* и сопутствующая в незначительном количестве диатомовая водоросль *Pseudo-nitzschia multistriata*.

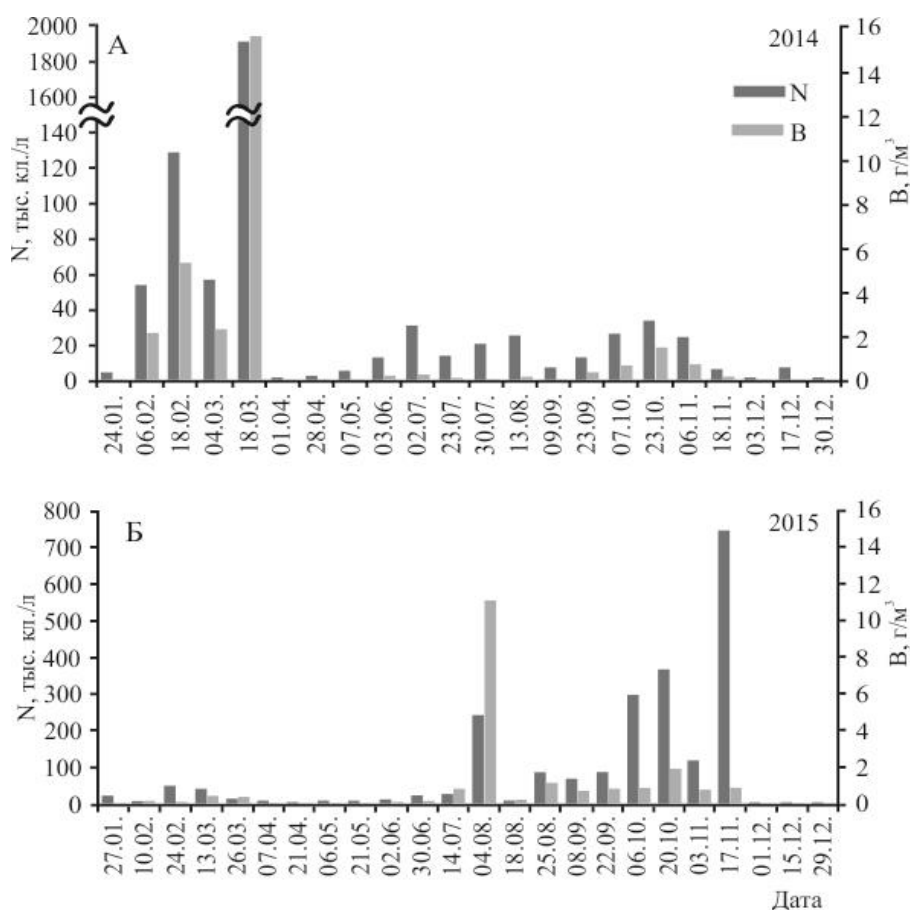


Рис. 2. Динамика плотности микроводорослей (N, тыс. кл./л) и биомассы (г/м^3) в б. Парис в 2014 (А) и 2015 (Б) гг.

В число доминирующих видов фитопланктона также входили представители рода *Chaetoceros*: *C. decipiens* (55% и 29% от общей плотности фитопланктона в мае и июле 2015 г. соответственно) и *C. didymus* (20% от общей плотности фитопланктона в сентябре 2014 г.).

Ниже приводим морфологические описания для некоторых видов, доминировавших в районе исследования в 2014, 2015 гг..

Chaetoceros decipiens Cleve

Клетки шириной 20–50 мкм, 20–45 высотой. Колонии преимущественно короткие, прямые (рис. 3А). Окна от низких до высоких, широкие, овальные или шестиугольные (рис 3Б). Створки эллиптические с многочисленными мелкими порами. По краю створки гиалиновый гребень. Двугубый вырост низкий, в виде трубки. Щетинки длинные, грубые, сросшиеся в основании (рис. 3В). В базальной части щетинки в сечении округлые, после пересечения базальной части шестиугольные или восьмиугольные; на ребрах шипы. На

конечных щетинках шипы гуще, располагаются чаще. Конечные щетинки толстые, более короткие по сравнению с прочими, изогнуты у основания. Споры отсутствуют.

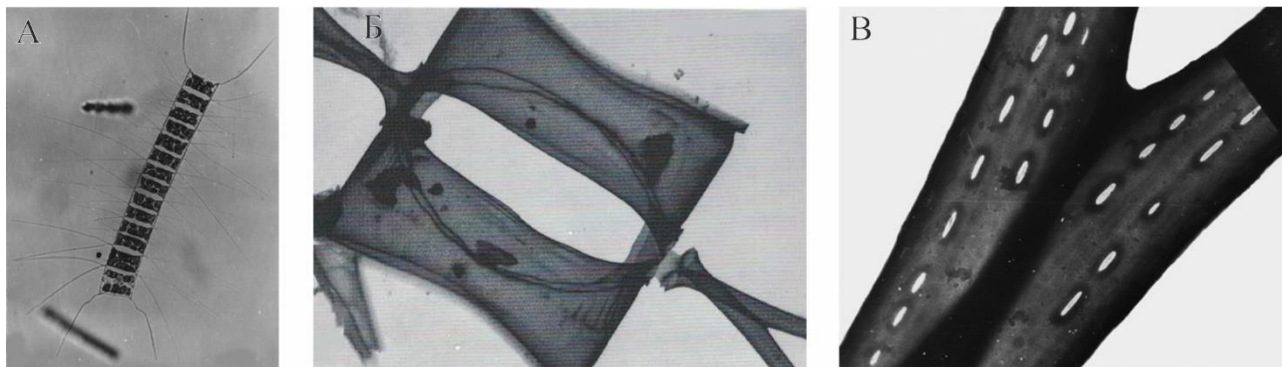


Рис. 3. *Chaetoceros decipiens*: А – Общий вид колонии; Б – Две створки, соединение щетинок, окна овальные; В – Фрагмент щетинок, сросшихся в основании

Chaetoceros didymus Ehrenberg

Клетки шириной 10–35 мкм, высотой – 8-12 мкм. Колонии длинные или короткие (рис. 4А). Окна гитарообразные, клетки со стороны пояска с вытянутыми углами и крупной выпуклостью в центре. Створки имеют различную форму от овальной до округло-прямоугольной. По краю створки располагаются длинные волосовидные кремнеземные шипики. Двугубый вырост невысокий в виде уплощенной трубки, с щелевидным отверстием на конце (рис. 4Б). Щетинки толстые (до 3 мкм), длинные, 4-5-угольные. Щетинки промежуточные и конечные схожи, на ребрах небольшие шипики. Споры гладкие, соединены попарно с помощью споровых щетинок (рис. 4В).

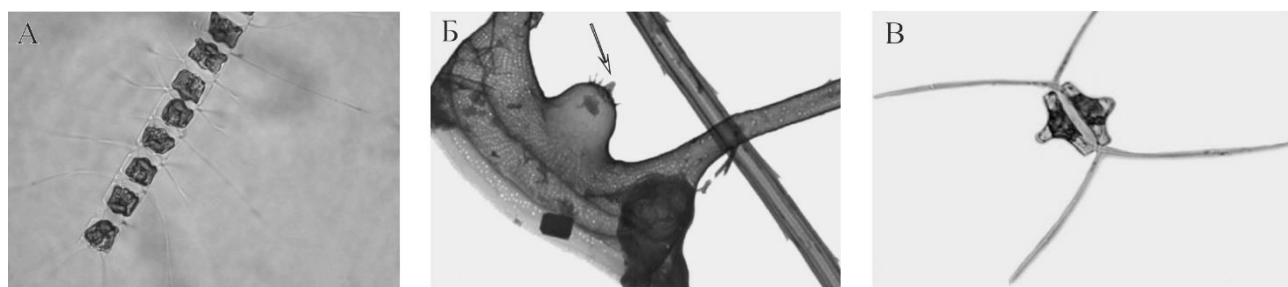


Рис. 4. *Chaetoceros didymus*: А – Фрагмент колонии; Б – Конечная створка с крупной выпуклостью в центре, стрелкой указан двугубый вырост; В – Споры, первичная створка сильновыпуклая в центре, вторичная – вогнутая

Skeletonema japonicum Zingone et Sarno

Клетки со стороны пояска прямоугольные с закругленными углами, 3,0-7,6 мкм шириной, 4,0-33,0 мкм высотой, Колонии прямые, цепочкообразные, до 30 клеток (рис. 5А). Створки округлой формы, на поверхности четкая сеть ареол. Ареолы с высокими ребрами, 38-68 в 10 мкм. На каждой створке располагается двугубый вырост. Количество краевых выростов 6-37 на створке (рис. 5Б). На конечной створке краевые выросты слегка расширены в дистальной части, по краю с зубчиками. На конечной и промежуточной створках двугубые выросты различны. Двугубый вырост на конечной створке в виде трубки, с расширением в дистальной части, двугубый вырост на конечной створке в виде низкой трубки (рис. 5В).

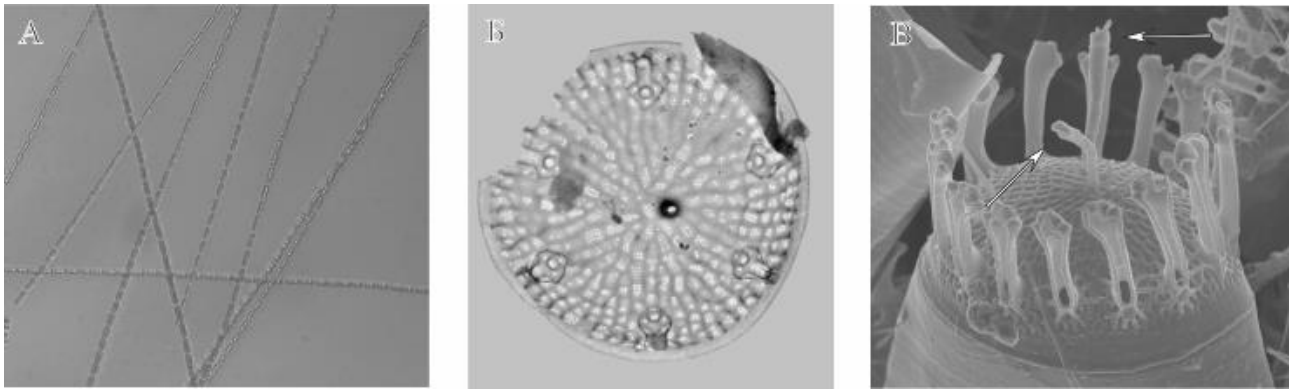


Рис. 5. *Skeletonema japonicum*: А – Общий вид колоний в культуре; Б – Конечная створка, шесть краевых выростов, по центру расположен двугубый вырост; В – Конечная створка с двумя двугубыми выростами, указанными стрелками

Thalassiosira nordenskioldii Cleve

Клетки в колонии соединены центральным тяжем. Створки со стороны пояска – восьмиугольной формы, 15-28 мкм шириной, округлые, с углублением в центре с одним крупным выростом (рис. 6А). Ореолы расположены радиально, 14-20 в 10 мкм (рис. 6Б). Ближе к краю кольцо выростов с опорами, 2-4 в 10 мкм. Краевые выросты в виде длинной трубки, окаймленной воронкой (рис. 6В). Двугубый вырост в кольце краевых выростов.

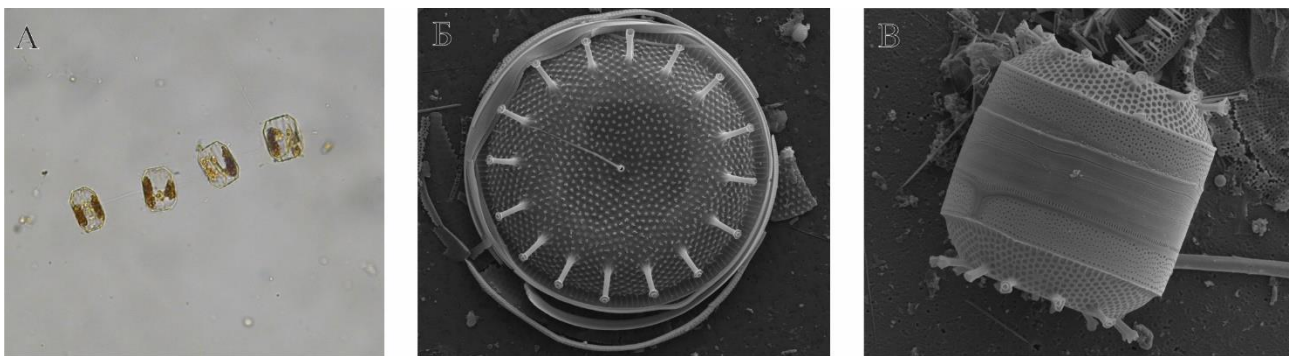


Рис. 6. *Thalassiosira nordenskioldii*: А – Общий вид колонии; Б – Створка, ореолы расположены радиально, краевые выросты с опорами; В – Клетка со стороны пояска, краевые выросты с опорами

Заключение. В результате исследования фитопланктона б. Парис (зал. Петра Великого, Японское море) в 2014-2015 гг. было идентифицировано 103 вида и внутривидовых таксона микроводорослей из 4 отделов. Среди микроводорослей преимущественно доминировали диатомовые. Анализ количественных параметров фитопланктона показал, что сезонная динамика микроводорослей была различна между годами исследования, пики плотности и биомассы наблюдали в разные сезоны. Для первого года исследования характерно преобладание зимне-весенних пиков развития микроводорослей, для второго года летне-осенних. Различия в развитии микроводорослей в зимне-весенний период, вероятно, обусловлено коротким периодом ледостава на акватории б. Парис в 2015 г. Известно, что при вегетации зимнего комплекса фитопланктона в прибрежных водах зал. Петра Великого необходим ледостав. Отсутствие льда способствует высокому уровню освещенности, неблагоприятно влияющему на развитие микроводорослей (Коновалова, 1987).

Список литературы

- Коновалова Г.В. 1987. Морфология и экология доминирующей планктонной диатомеи Японского моря *Thalassiosira nordenskiöldii* Cl. Труды ЗИН АН СССР 172, 39-45.
- Нестерова Д.А., Василенко Л.С. 1986. Размерная характеристика массовых видов фитопланктона западной части Черного моря. Гидробиол. журн. 22(3), 16-21.
- Федоров В.Д. 1979. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: МГУ, 167 с.
- Colijn F. 1992. Changes in plankton communities: when, where and why. ISES Mar. Sci. Symp., 195, 193-212.
- Hasle G. R., Fryxell G. A. 1970. Diatoms: cleaning and mounting for light and electron microscopy. Transactions of the American Microscopical Society 89, 469-474.
- Peierls B.L., Hall N.S., Paerl H.W. 2012. Non-monotonic Responses of Phytoplankton Biomass Accumulation to Hydrologic Variability: A Comparison of Two Coastal Plain North Carolina Estuaries. J. Estuar. Coast. 35, 1376-1392.
- Sun J., Liu D. 2003. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. J. Plankton Research 25(11), 1331-1346.
- Utermöhl H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton. Methodik. Internat. Verein. Limnol. Mitteilungen 9, 1-38.
- Watanabe K., Kasai A., Fukuzaki K., Ueno M., Yamashita Y. 2017. Estuarine circulation-driven entrainment of oceanic nutrients fuels coastal phytoplankton in an open coastal system in Japan. J. Estuar. Coast. Shelf S. 184, 126-137.

Характеристика внутривидовой структуры окуня (*Perca fluviatilis* L.) центральной части Куйбышевского водохранилища

Т.А. Тележникова^{1,2}, Ю.А. Северов¹, Р.Р. Сайфуллин²

¹Татарский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТатарстанНИРО»), г. Казань

²Казанский (Приволжский) федеральный университет («К(П)ФУ»), г. Казань
e-mail: tamara-info@bk.ru

Ключевые слова: речной окунь, Куйбышевское водохранилище, экологические формы, размерно-возрастной состав, коэффициент пигментированности.

Аннотация: В статье приведены предварительные данные о внутривидовой структуре окуня в центральной части Куйбышевского водохранилища. Проведен анализ размерно-возрастного состава, рассчитан коэффициент пигментированности фенов поперечно-полосатой пигментации тела окуня.

Введение. Речному окуню (*Perca fluviatilis* L.) свойственна внутривидовая изменчивость, ведущая к образованию географических и экологических форм, которая вызывает большой интерес среди ихтиологов.

Так, в популяции окуня Рыбинского водохранилища было выделено две расы: крупная – быстро растущая и мелкая – медленно растущая (Световидова, 1960). Продолжение данных исследований можно увидеть в работе Ильиной (1970), о дифференциации окуня в популяции по питанию и поведению особей. Согласно данным наблюдениям, отдельные группы окуня имеют разную численность, размеры, стадии зрелости и физиологическое состояние. Поддубный (1971) в популяции окуня Рыбинского водохранилища четко дифференцирует две категории рыб – прибрежную и глубинную.

Прибрежная форма речного окуня постоянно обитает в литорали и пограничной с ней зоной сублиторали. Глубинная форма населяет удаленную от берега сублитораль с глубинами более 6 м, в прибрежье появляется только в период нереста (Герасимов, 2015).

О локальных стадах окуня в Куйбышевском водохранилище опубликована работа Чиковой (1971). Однако, автором не были встречены описанные выше формы речного окуня, но обнаружены местные субпопуляции окуня, отличающиеся между собой размерным и возрастным составом, темпом роста, упитанностью, плодовитостью и некоторыми морфологическими признаками. Дальнейшие исследования по данному направлению в Куйбышевском водохранилище не развивались.

Однако, поскольку вид существует в непрерывно изменяющихся условиях, структура популяции, как и другие видовые свойства, непрерывно изменяются в определенных пределах, приспособительно отвечая на изменения условий жизни (Никольский, 1965), тогда вновь остается актуальным вопрос о внутривидовой дифференциации, возможности выделения форм речного окуня на современном этапе развития Куйбышевского водохранилища. Для решения данного вопроса, были поставлены следующие задачи:

– провести сравнительный биологический анализ выборок окуня из разных участков Куйбышевского водохранилища;

– изучить фенотипические особенности в поперечно-полосатой пигментации (ППП) окуня из разных участков Куйбышевского водохранилища.

Участки сбора материала. Для описания внутривидовой структуры окуня Куйбышевского водохранилища, нами были выбраны три участка для сбора ихтиологического материала, кардинально отличающиеся между собой условиями обитания для водных биоресурсов.

Первый участок сбора материала – Волжский плёс Куйбышевского водохранилища: участок акватории представляет собой бывшую затопленную пойму с глубинами 6-8 м, расположенную вблизи русла. Дно каменисто-песчаное, местами заиленное. Средняя скорость течения в межень 0,4 м/с, в половодье до 1 м/с. Берега частично заросли жесткой растительностью. Активно развито судоходство и любительское рыболовство.

Второй участок – верховья Мешинского залива Волжско-Камского плёса Куйбышевского водохранилища: залив расположен в северной части плеса и имеет воронкообразную форму, сужаясь к северу. Участок характеризуется изобилием мелководных участков и островов. Глубина воды колеблется от 1,5 до 3 м. Течение отсутствует, наблюдается лишь ветровое перемещение водных масс. Дно заиленное. Берега и острова заросли жесткой растительностью. Развито любительское рыболовство.

Третий участок сбора материала – прирусловой участок р. Кама, открытая часть Волжско-Камского плёса. Участок акватории характеризуется относительно сильным течением. Преобладающие глубины от 6 до 15 м. Дно песчано-каменистое. В нескольких километрах ниже по течению расположено устье р. Меша. Развито судоходство, любительское и промышленное рыболовство, добыча ПГС.

Материал и методы исследования. Материал по окуню отбирали ежемесячно с мая по октябрь 2019 года с помощью комбинированных (мультиячейных) ставных сетей, ячеей от 20 до 50 мм, высота сетей – 3 м, длина – 40 м. Всего собрано и проанализировано 289 экз. окуня. Экспозиция сетепостановок – от 1 до 12 ч.

Камеральную обработку материала проводили согласно общепринятой методике Правдина (1966).

Окраску окуня описывали по методике, разработанной и опубликованной Зеленецким (1992). Согласно данной методике, на теле окуня выделяется 6 зон пигментации и приводятся их границы: I зона – от затылка до 4-го луча первого спинного плавника (ID), II зона – от 4-го до 10-го луча ID, III зона – от 10-го луча ID до 1-го мягкого луча второго спинного плавника (IID), IV – от 1-го до 11-го мягкого луча IID, V – от 11-го мягкого луча IID до линии наименьшей высоты тела, VI – от линии наименьшей высоты тела до конца хвостового стебля. Для каждого элемента определяется условный индекс пигментированности (рис.1) и вычисляется среднезональный индекс пигментированности фенов (ППП).

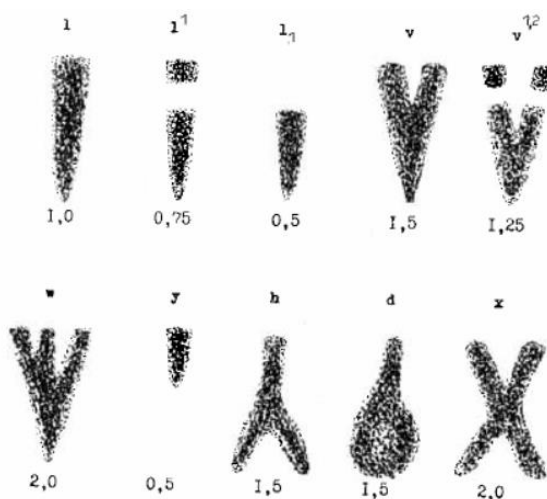


Рис. 1. Элементы поперечно-полосатой пигментации (ППП) тела окуня (Зеленецкий, 1992)

Среднезональный индекс пигментированности фенов (I_3) определяли по формуле (Зеленецкий, 1992):

$$I_3 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^2 I_{\phi} ijk}{2 nm}, \text{ где:}$$

i – номер рыбы; j – номер зоны; k – номер стороны тела; n – объем выборки; m – число зон; I_{ϕ} – индекс фена ППП.

Сравнение выборок из трех участков водохранилища между собой проводили по критерию Стьюдента при $p > 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Проведенный сравнительный биологический анализ по результатам уловов окуня из трех разных участков Куйбышевского водохранилища между собой показал следующее: средняя длина рыб, отловленных в Волжском плёсе, составляла $16,28 \pm 4,28$ см. Колебания размеров окуня в сетных уловах – от 10,00 до 25,50 см. Наибольшую численность имели рыбы длиной от 10,00 до 12,00 см (26,32%), значительную размерную группу представляли особи длиной 16,00-18,00 см, доля которых в уловах составляла 22,37%. Динамика изменения средних показателей массы тела окуня в целом сходна с изменениями, происходящими в его линейной структуре. Возрастные классы рыб включают особей от 2 до 5 лет, с преобладанием групп 2 и 4 года.

В акватории водохранилища в верховьях Мешинского залива размеры окуня в уловах находились в пределах от 12,00 до 28,50 см, при средних размерах $19,94 \pm 2,75$ см. Наиболее многочисленными оказались особи длиной тела от 18,00 до 22,00 см (57,30%). Возрастная структура уловов окуня представлена особями в возрасте от 2 до 6 лет, доминируют рыбы в возрасте 3 и 4 лет.

На третьем участке сбора материала (открытая часть Волжско-Камского плёса) размерный состав уловов окуня варьировал от 11,50 до 29,00 см при средней длине $20,39 \pm 3,81$ см. Наибольшим количеством здесь характеризовались более крупные особи, размером от 20,00 до 24,00 см (47,78%). Возраст пойманных рыб находился в пределах от 2 до 6 лет; наибольшую численность имели рыбы в возрасте 4-5 лет.

Таблица 1. Сравнительный анализ биологических параметров речного окуня

| Участок исследования | Min-max | Средняя | Мода | Медиана |
|---------------------------------------|--------------|--------------------|--------|---------|
| Длина тела, см | | | | |
| Верховья Мешинского залива | 12,00-28,50 | $19,94 \pm 2,75$ | 21,00 | 20,00 |
| Волжский плёс | 10,00-25,50 | $16,28 \pm 4,28$ | 11,50 | 17,00 |
| Открытая часть Волжско-Камского плёса | 11,50-29,00 | $20,39 \pm 3,81$ | 22,00 | 21,00 |
| Масса, г | | | | |
| Верховья Мешинского залива | 32,00-438,00 | $162,85 \pm 67,83$ | 236,00 | 160,50 |
| Волжский плёс | 22,00-317,00 | $108,33 \pm 77,53$ | 27,00 | 105,00 |
| Открытая часть Волжско-Камского плёса | 27,00-515,00 | $180,19 \pm 95,15$ | 105,00 | 170,00 |
| Возраст, лет | | | | |
| Верховья Мешинского залива | 2,00-6,00 | $3,74 \pm 0,77$ | 4,00 | 4,00 |
| Волжский плёс | 2,00-5,00 | $3,12 \pm 0,97$ | 4,00 | 3,00 |
| Открытая часть Волжско-Камского плёса | 2,00-6,00 | $3,96 \pm 0,95$ | 4,00 | 4,00 |
| Коэффициент пигментированности | | | | |
| Верховья Мешинского залива | 11,00-16,50 | $14,17 \pm 0,79$ | 14,00 | 14,00 |
| Волжский плёс | 12,00-17,00 | $14,38 \pm 0,97$ | 14,00 | 14,50 |

| | | | | |
|------------------------------------------|-------------|------------|-------|-------|
| Открытая часть
Волжско-Камского плёса | 12,00-16,50 | 14,46±0,92 | 15,00 | 14,50 |
|------------------------------------------|-------------|------------|-------|-------|

Анализ данных таблицы 1, демонстрирует нам, что окунь, отловленный в акватории Волжского плёса, отличается более низкими средними размерами и наименьшим количеством возрастных групп. Рассчитанные модальные величины позволили выявить наиболее часто встречаемые биологические показатели, характерные для стада окуня из Волжского плёса: длина тела – 11,50 см, масса – 27 г, возраст – 4 года.

Отсутствие в уловах старшевозрастных групп рыб говорит о поведенческой особенности речного окуня: после нереста крупный окунь обычно мигрирует в глубокие участки водохранилища и становится менее доступным для отлова (Тележникова, Сайфуллин, 2017).

При сравнении трех выборок между собой по критерию Стьюдента (табл. 2), мы наблюдаем достоверные отличия размерно-возрастных показателей выборки окуня из Волжского плёса от рыб из двух других участков исследования ($t = 4,69-6,92$), что связано в основном с наличием в уловах молоди окуня (9,4% от общей величины выборки).

Таблица 2. Сравнение биологических показателей выборок окуня по критерию Стьюдента (жирным шрифтом выделены достоверные отличия)

| Участки исследования | T (при $p > 0,05$) |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Длина тела, см | |
| Верховья Мешинского залива – Волжский плёс | 6,80 |
| Верховья Мешинского залива – открытая часть Волжско-Камского плёса | 0,96 |
| Открытая часть Волжско-Камского плёса – Волжский плёс | 6,92 |
| Масса, г | |
| Верховья Мешинского залива – Волжский плёс | 4,91 |
| Верховья Мешинского залива – открытая часть Волжско-Камского плёса | 1,49 |
| Открытая часть Волжско-Камского плёса – Волжский плёс | 5,47 |
| Возраст, лет | |
| Верховья Мешинского залива – Волжский плёс | 4,69 |
| Верховья Мешинского залива – открытая часть Волжско-Камского плёса | 1,84 |
| Открытая часть Волжско-Камского плёса – Волжский плёс | 5,92 |
| Коэффициент пигментированности | |
| Верховья Мешинского залива – Волжский плёс | 1,63 |
| Верховья Мешинского залива – открытая часть Волжско-Камского плёса | 2,53 |
| Открытая часть Волжско-Камского плёса – Волжский плёс | 0,51 |

При сравнении окраски окуня из трех участков водохранилища (табл. 2), по коэффициенту пигментированности, обнаружено достоверное отличие выборки окуня, отловленной в открытой части Волжско-Камского плёса от выборки, отловленной в верховьях Мешинского залива ($t = 2,53$). Согласно литературным данным, коэффициент пигментированности – это показатель, численно характеризующий особенности окраски рыб, с помощью которого маркируются экологические предпочтения окуня и который позволяет эффективно выделять внутрипопуляционные группировки особей (Павлов, 2005). Так, окуни с более низкими значениями КП (от 8,00 до 14,00) более адаптированы к условиям обитания в открытых биотопах, а особи с высокими значениями КП (от 10,00 до

18,00) лучше приспособлены к обитанию в защищенных биотопах литорали водоема (Герасимов, 2015).

В нашем случае окуни из трех участков Куйбышевского водохранилища в большей степени представлены особями с коэффициентом пигментированности 14,00 (от 40,20 до 63,40% выборки), а также рыбами с коэффициентом пигментированности 13,00 и 15,00. Окунь с коэффициентом пигментированности 11,00 и 17,00 в уловах были представлены единично (рис. 2). Согласно полученным данным, колебания коэффициента пигментированности в выборках окуня исследованных участков Куйбышевского водохранилища соответствуют для прибрежных стад окуней. Несмотря на то, что глубина при сетепостановках на участке сбора материала в открытой части Волжско-Камского плёса и в Волжском плёсе составляла более 6 м, глубинная форма окуня здесь не обнаружена.

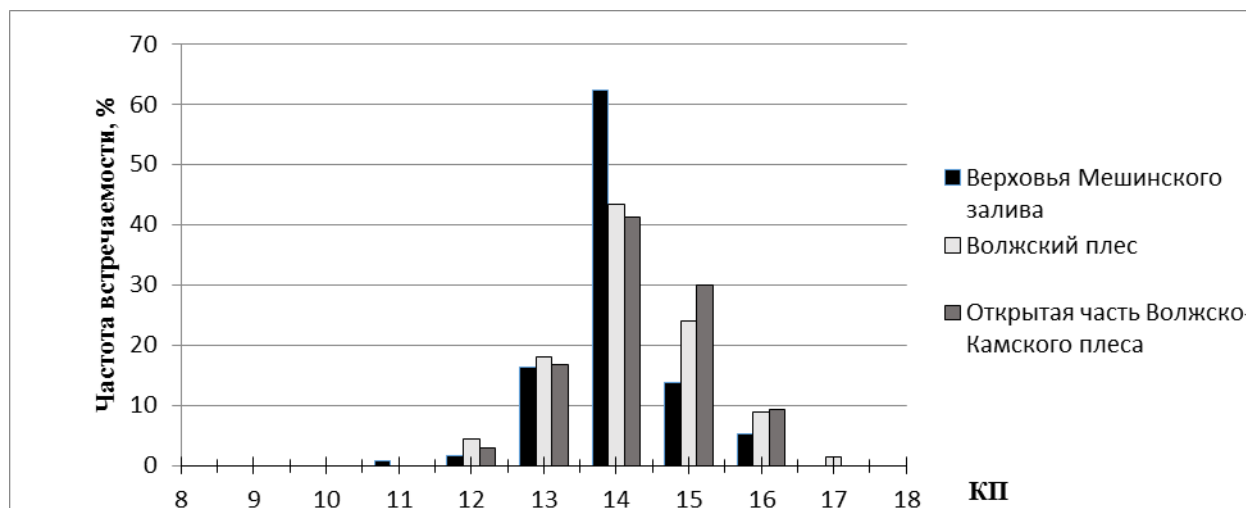


Рис. 2. Распределение признака фенотипа ППП исследуемых окуней из различных участков Куйбышевского водохранилища

Выводы. Таким образом, проведенные исследования на трех участках Куйбышевского водохранилища показывают, что, несмотря на различие в гидрологических параметрах исследуемых участков: глубина, скорость течения, площадь мелководий и др. в прибрежье и в сублиторали обитает только прибрежная форма окуня. Полученные данные можно считать предварительными, т.к. они будут дополняться исследованиями морфологии, особенностей питания и роста окуня из данных участков водохранилища, а также расширены будут и участки сбора материала.

Список литературы

Зеленецкий Н.М. Методические основы изучения изменчивости криптической окраски тела окуня (*Perca fluviatilis* L.) в ареале. Биол. науки 11-12, 63-74.

Ильина Л.К. 1970. О разнокачественности молоди и неравномерности роста чешуи у сеголетков окуня. Вопр. Ихтиологии 10(1(60)), 170-175.

Никольский Г.В. 1965. Теория динамики стада рыб. Изд-во: Наука. Москва, 380 с.

Павлов Д.Д. 2005. Внутривидовые особенности поведения и распределения окуня Рыбинского водохранилища//Поведение рыб. Материалы докладов Международной конференции. 1-4 ноября 2005 г., Борок, Россия. М.:Акварос, 415-419.

Поддубный А.Г. 1971. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. Изд-во Наука, Ленингр. Отд., Л., 309 с.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-ть, 367 с.

Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях. 1961. Изд-во Академии наук СССР, Москва, 262 с.

Рыбы Рыбинского водохранилища: популяционная динамика и экология /ред. Ю. В. Герасимов; РАН, Ин-т биологии внутр. вод им. И. Д. Папанина. – Ярославль: Филигрань, 2015. – 418 с.

Световидова А.А. 1960. Некоторые биологические данные о рыбах северной части Рыбинского водохранилища. Труды Дарвинского гос. заповедника 6(2), 29-59.

Тележникова Т.А. Сайфуллин Р.Р. 2017. Оценка уловов речного окуня в Куйбышевском водохранилище. «Устойчивое развитие регионов: опыт, проблемы, перспективы». Сборник материалов Международной научно-практической конференции, 133-136.

Фортулатова К.Р., Попова О.А. 1973. Питание и пищевые взаимоотношения хищных рыб в дельте Волги. М., 299 с.

Чикова В.М. 1973. О локальных стадах окуня в Куйбышевском водохранилище. Вопр. ихтиологии 13(4(81)), 596-602.

Морфологическое строение органов выделительной системы личинок воблы *Rutilus rutilus caspicus* (Yakovlev, 1870)

Н.Ю. Терпугова¹, М.П. Грушко², Н.Н. Федорова²

¹Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань

²Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань

e-mail: n.terpugova@bk.ru

Ключевые слова: молодь рыб, почки, пронефрос, мезонефрос, нерестилище, дельта Волги.

Аннотация: В статье приведены результаты гистологических исследований выделительной системы личинок воблы, выловленных на нерестилищах в западной части дельты Волги.

Выделительная система участвует в выведении продуктов обмена и обеспечивает поддержание водно-солевого баланса. Одним из важнейших показателей состояния здоровья рыб являются почки (Калайда, 2012). Поэтому органы выделительной системы служат индикатором физиологического состояния молоди рыб. Целью работы является изучение развития почек у ранних личинок воблы в водоёмах дельты Волги.

Материалом для работы служили результаты гистологического обследования молоди воблы с нерестилищ западной части дельты Волги. Объектом исследования явились личинки воблы, выловленные в полях у с. Хмелевка, в июне 2018 г. Отловленных личинок на стадиях развития С₂ (Коблицкая, 1981), фиксировали 4%-ным раствором формалина. Изготавливали гистологические препараты по общепринятой методике (Волкова, Елецкий, 1982). Всего проанализировано 30 гистологических препаратов, микроскопирование которых осуществляли с помощью светового микроскопа «Микромед-2». На паразитологический анализ просмотрено более 100 экз. личинок воблы в соответствии с общепринятыми методами (Быховская–Павловская, 1985).

У исследованных личинок воблы четко определялись органы выделительной системы - пронефрос (предпочки) и мезонефрос (первичная почка). Пронефрос находился ближе к передней части тела на уровне сердца, представляя собой плотное образование основу которого пока ещё составляли мезенхимные клетки, между которыми регистрировались единичные дифференцирующиеся клетки крови. Также были отмечены редкие почечные канальца (рис. 1).

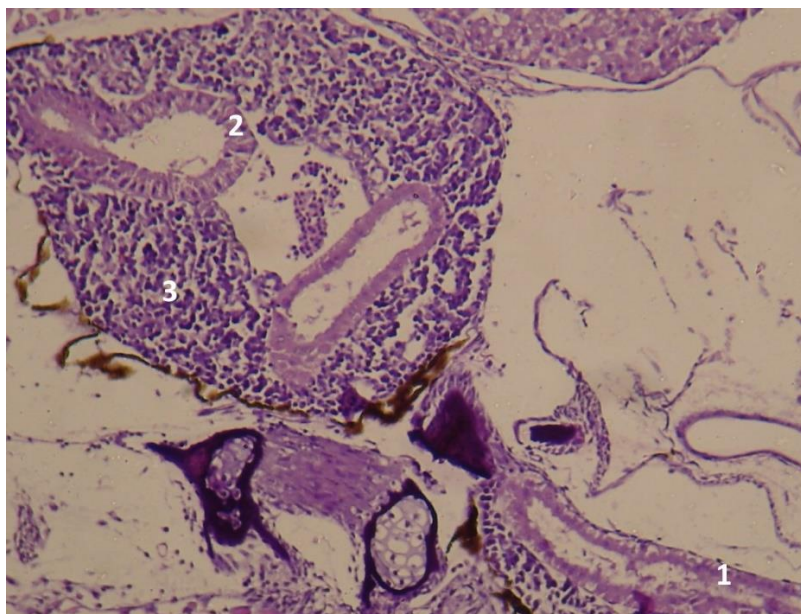


Рис. 1. Фрагмент пронефроса воблы *Rutilus rutilus caspicus*: 1 – Вольфов канал; 2 – почечные канальцы; 3 – межканальцевая ткань. Ув x100. Гематоксилин-эозин

Мезонефрос у обследованных личинок воблы имел вид валикообразных структур, которые тянулись вдоль позвоночного столба. Орган содержал мезонефральные нефроны разного уровня дифференцировки: от зачатков до сформированных и функционирующих структур. Вдоль всего органа тянулся Вольфов канал – выводной проток, который был выстлан кубическим эпителием.

В мезонефросе функциональные элементы находились между мезенхимными клетками, где выявляли также, как и в пронефросе, дифференцирующиеся форменные элементы крови. Сформированные элементы органа занимали краниальное положение. В поперечном разрезе диаметр извитых почечных канальцев различался, стенки канальцев мезонефроса образованы однослойным призматическим эпителием, клетки которого имели разную высоту.

Большая часть сформированных канальцев имела просвет, который в большинстве случаев был заполнен бесструктурным веществом. Клетки почечных канальцев имели ядра, находящиеся в разной функциональной активности. Ядра у части клеток были округлой формы, светлые, у других, наоборот, ядра были меньших размеров ярко окрашенные, т.е. хроматин был сильно конденсирован. Для эпителиальных клеток почечных канальцев было характерно наличие зернистой дистрофии (рис. 2). В цитоплазме выявлены зерна, из-за наличия которых ядро эпителиоцитов смещалось к апикальному полюсу.

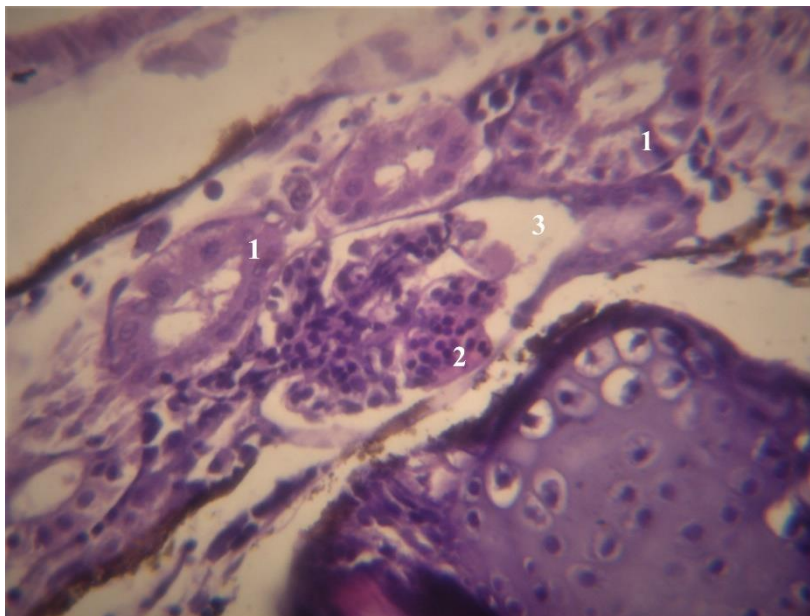


Рис. 2. Фрагмент мезонефроса воблы *Rutilus rutilus caspicus*: 1 – зернистая дистрофия эпителиальных клеток; 2 – гиперцеллюлярность капиллярных петель; 3 – мочевое пространство. Ув x 400. Гематоксилин-эозин

Выявлены сформированные почечные тельца, у которых были хорошо видны капилляры сосудистых клубочков, находящиеся под двустенной эпителиальной капсулой. Почечные тельца имели разные размеры и форму: от округлой до неправильной вытянутой. Мочевое пространство полулунной формы занимало 1/3 всей полости почечного клубочка. Все капиллярные петли сливались в общий клубочек (гиперцеллюлярность). Полость клубочка выстлана плоским эпителием. В полости мочевого пространства выявлено гранулярно-волокнутое содержимое. У почечных клубочков было отмечено не характерное утолщение и расширение мембран капилляров, которое проявлялось в виде пустых округлых

образований между капиллярных петель. В нескольких мелких почечных тельцах приносящие артерии были резко расширены, заполнены форменными элементами крови.

Результаты паразитологического анализа показали, что обследованные личинки воблы на нерестилищах были свободны от паразитов. Поэтому исключается влияние инвазионных агентов на изменение структуры органов выделительной системы.

Таким образом, в результате проведенных исследований личинок воблы с нерестилищ дельты Волги установлено, что наряду с интенсивным формированием структурных элементов мезонефроса регистрируют различные морфологические нарушения, проявляющиеся в виде зернистой дистрофии эпителия почечных канальцев, утолщения и расширения мембран капилляров почечных клубочков. Выявленные нарушения в организме исследуемых рыб не были связаны с паразитарной инвазией. Вышеуказанные патологические процессы могут быть обусловлены рядом причин, таких как: развитие инфекционных процессов, присутствие поллютантов в водоёме, накопление загрязняющих веществ в организме, снижение иммунорезистентности организма и др.

Список литературы

Быховская-Павловская И.Е. 1985. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 121 с.

Волкова О. В., Елецкий Ю.К. 1982. Основы гистологии с гистологической техникой. М.: Медицина. 304 с.

Калайда М.Л., Нигметзянова М.В., Борисова С.Д. 2017. Общая гистология и эмбриология рыб. СПб.: Проспект Науки. 88 с.

Коблицкая А.Ф. 1981. Определитель молоди пресноводных рыб. М.: «Легкая и пищевая промышленность». 208 с.

Ферментативные белковые гидролизаты из отходов филетирования трески и использование их в микробиологических средах

О.Р. Узбекова, В.Ю. Новиков, В.А. Мухин

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича), г. Мурманск
e-mail: uzbekova@pinro.ru

Ключевые слова: белковые гидролизаты, гепатопанкреатин, протосубтилин, панкреатин, микробиологические среды.

Аннотация: В работе изучены ферментативные белковые гидролизаты из отходов филетирования трески и использование их в микробиологических средах.

Цель работы заключалась в разработке ферментативных белковых гидролизатов для микробиологических сред. В работе представлены результаты определения общего химического и аминокислотного состава у приготовленных гидролизатов. Проверена способность роста некоторых тест-культур на питательных средах с добавлением исследуемых белковых гидролизатов.

Введение. Проблема безотходного рационального использования сырьевых запасов, в том числе и добываемых в морях и океанах, является в настоящее время весьма важной как с экономической, так и с экологической точек зрения. Использование рациональных технологий в рыбоперерабатывающей промышленности особенно актуально в настоящее время.

Наиболее перспективным направлением утилизации неиспользуемого белка является получение из него белковых гидролизатов, которые могут применяться в качестве питательной основы для микробиологических сред, кормовых компонентов для рыб, птицы и сельскохозяйственных животных и т. д. (Мухин и др., 2001а; Мухин и др., 2001б).

Цель работы – исследование полученных ферментативных белковых гидролизатов, изготовленных из отходов филетирования трески *Gadus morhua*, для применения их в составе микробиологических питательных сред для культивирования выбранных тест-культур.

Материалы и методы. Для работы были выбраны отходы филетирования атлантической трески *Gadus morhua*, т.к. рыба обитает практически на всей акватории Баренцева моря и её химический состав хорошо изучен (Артюхова и др., 2010).

Гидролизаты были получены по общей схеме, включающей в себя: ферментативный гидролиз, инактивацию ферментных препаратов (кипячение), центрифугирование (отделение непроферментированного осадка) и высушивание. Ферментативный гидролиз осуществляли при оптимальных технологических условиях в течение 5 часов при температуре 50 °С, количественном соотношении белоксодержащего сырья и ферментного препарата – 1000:6 и гидромодуле 1:2 (Мухин и др., 2003).

Объектами исследования являлись сухие гидролизаты, полученные с использованием различных ферментных препаратов:

- гепатопанкреатин – комплексный препарат, полученный из гепатопанкреаса камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в лаборатории биохимии и технологии «ПИНРО» им. Н.М. Книповича (ТИ 9280-026-00472182-04) (Мухин и др., 2002);
- протосубтилин ГЗХ (ПО «Сиббиофарм», Россия) – комплексный ферментный препарат, полученный из культуральной жидкости сенной палочки *Bacillus subtilis*;
- панкреатин («ICN Biochemicals», США) – комплексный ферментный препарат, полученный из поджелудочной железы домашней свиньи *Sus scrofa domestica*.

Определение общего химического состава выполняли в соответствии со стандартными методами (Технохимические исследования..., 1981; ГОСТ 7636-85). Концентрацию азота определяли по Кьелдалю с использованием системы автоматического определения азота/белка методом Кьелдаля на анализаторе Kjeltec™ 8400 фирмы Foss Tecator.

Аминокислотный состав белков определяли методом хроматографического разделения производных аминокислот, полученных по реакции с ортофталевым альдегидом и β-меркаптоэтанолом. Для количественного анализа аминокислот в белках образцы измельчали, удаляли влагу высушиванием и обезжиривали в аппарате Сокслета диэтиловым эфиром, затем проводили гидролиз белков классическим методом соляной кислотой с концентрацией 6 моль/дм³ при температуре 115 °С в течение 24 ч в запаянных стеклянных ампулах (Moore, 1963). После гидролиза избыток кислоты удаляли под вакуумом, затем остаток растворяли в 0,05 моль/дм³ растворе уксусной кислоты. Далее аминокислоты модифицировали для получения флюоресцирующих производных по реакции с ортофталевым альдегидом и β-меркаптоэтанолом в растворе 0,1 моль/дм³ тетрабората натрия в течение 1 мин и сразу же проводили разделение на хроматографической колонке Supelkosil LC-18 (30 см x 4 мм) и с использованием жидкостного хроматографа LC-10Ap фирмы «Shimadzu» (Япония) с флюориметрическим детектором RF-10 Ax1 (длина волны возбуждения – 340 нм, излучения – 450 нм) смесью ацетонитрил: водный раствор ацетата натрия с градиентом, подобранным экспериментально. Скорость потока элюента – 1,5 см³/мин. Для градуировки хроматографической системы использовали набор аминокислот фирмы Sigma-Aldrich (Германия).

Оценку пригодности ферментативных белковых гидролизатов для использования в составе микробиологических питательных сред проводили путем сравнения роста различных штаммов микроорганизмов. В качестве тест-культур использовались *Salmonella* sp. и *Escherichia* sp.

Для микробиологического эксперимента использовали следующий состав питательной среды: 1 г/л сухого гидролизата, 6 г/л NaCl, 15 г/л агар-агара. Далее, методом десятикратных разведений, получали среды с меньшей концентрацией гидролизата: 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001; 0,00001. В качестве контрольной использовали среду Эндо следующего состава: мясопептонный агар, лактоза, фуксин, сульфит натрия (Na₂SO₃), динатрия фосфат, карбонат натрия.

Объем вносимой культуральной жидкости исследуемых микроорганизмов составлял 0,04 мл. Чашки Петри с посевным материалом культивировали 24 ч при температуре 37 °С, после чего производили подсчет выросших колоний и исследовали их морфолого-культуральные и биохимические свойства.

Результаты и обсуждение. Были изучены химический и аминокислотный составы распределения белковых компонентов, составляющих ферментативные гидролизаты, результаты которых представлены в таблице.

По химическому составу гидролизатов белки исследуемого сырья расщепляются протеиназами камчатского краба с большей степенью гидролиза, об этом свидетельствует высокое содержание аминного азота (табл.).

Данные микробиологических исследований показали, что используемые тест-культуры растут удовлетворительно на испытуемых питательных средах.

Различия по морфолого-культуральным и биохимическим свойствам микроорганизмов родов *Salmonella* sp. и *Escherichia* sp., культивированных как на контрольной среде, так и на опытных питательных средах с различными концентрациями гидролизата, не отмечались.

Установлено, что численность выросших микроорганизмов родов *Salmonella* sp. и *Escherichia* sp. убывала с уменьшением количества гидролизата. При концентрации гидролизата 0,0001 г/л и менее рост не наблюдался (рис. 1). Оптимальные значения количества гидролизата для роста исследуемых тест-культур находились в диапазоне 0,01-0,001 г/л (рис. 2 и 3).

Таблица. Характеристика гидролизатов из отходов филетирования трески, полученных с использованием различных ферментов

| Показатели | Используемые ферментативные препараты | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|------------|-------------------|
| | гепатопанкреатин | панкреатин | протосубтилин ГЗХ |
| Зола, % | 1,95 | 1,41 | 5,08 |
| Влага, % | 7,79 | 4,32 | 9,52 |
| Белок, % | 81,87 | 85,3 | 78,84 |
| Жир, % | 2,96 | 1,40 | 1,28 |
| Аминный азот, % | 5,53 | 5,33 | 3,66 |
| Общий белок, % | 81,87 | 85,3 | 78,84 |
| Степень гидролиза, % | 42,22 | 39,05 | 29,02 |
| САК, мг/мг навески
в том числе: | 0,575 | 0,529 | 0,487 |
| Аланин | 0,043 | 0,044 | 0,045 |
| Аргинин | 0,046 | 0,049 | 0,043 |
| Аспарагиновая | 0,056 | 0,055 | 0,048 |
| Валин | 0,026 | 0,027 | 0,022 |
| Гистидин | 0,060 | 0,017 | 0,014 |
| Глицин | 0,042 | 0,048 | 0,055 |
| Глутаминовая | 0,093 | 0,091 | 0,085 |
| Изолейцин | 0,026 | 0,027 | 0,020 |
| Лейцин | 0,028 | 0,030 | 0,023 |
| Лизин | 0,019 | 0,013 | 0,006 |
| Метионин | 0,026 | 0,030 | 0,024 |
| Серин | 0,029 | 0,028 | 0,026 |
| Тирозин | 0,015 | 0,017 | 0,008 |
| Треонин | 0,034 | 0,034 | 0,032 |
| Триптофан | 0,059 | 0,000 | 0,022 |
| Фенилаланин | 0,017 | 0,019 | 0,014 |

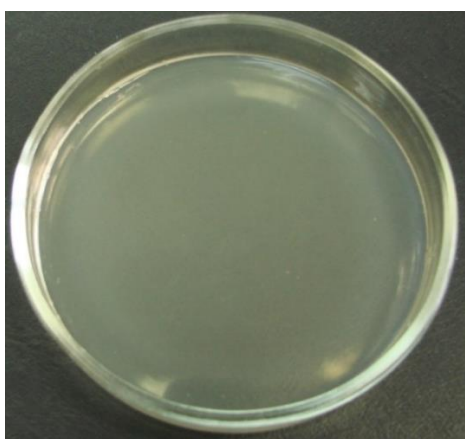


Рис. 1. Чашка Петри с отсутствием роста колоний микроорганизмов на опытной питательной среде.

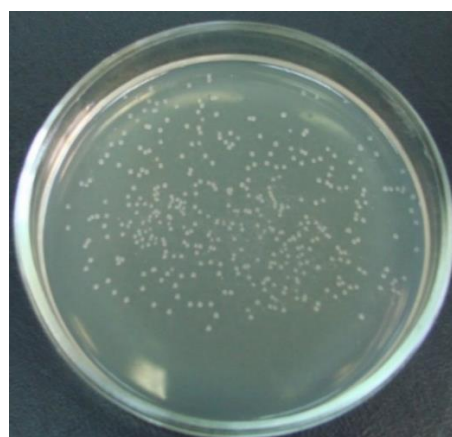


Рис. 2. Рост микроорганизмов *Salmonella enteritidis* на опытной среде (фермент гепатопанкреатин, концентрация гидролизата 0,01 г/л).

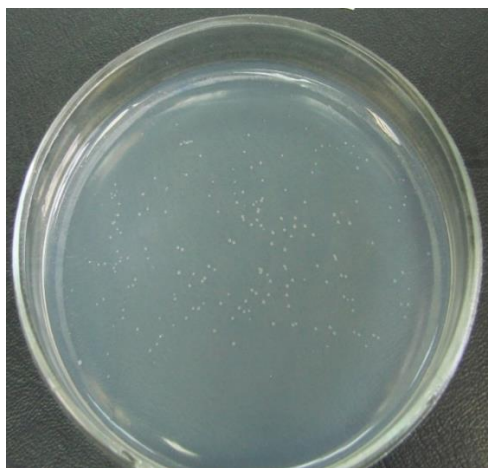


Рис. 3. Рост микроорганизмов *Escherichia coli* на опытной среде (фермент гепатопанкреатин, концентрация гидролизата 0,001 г/л).

Количественные показатели роста микроорганизмов зависели, главным образом, от используемого ферментного препарата, который приводил к разному аминокислотному составу получаемого белкового гидролизата (табл.). Разные аминокислоты влияют на рост микроорганизмов неодинаково, одни являются стимуляторами роста, другие ингибиторами. Так, например, лейцин и изолейцин обладают стимулирующим действием, либо не оказывают влияние на рост штаммов продуцентов. В связи с чем наблюдалась небольшая разница в росте исследуемых тест-культур на питательных средах с добавлением различных ферментов (рис. 4).

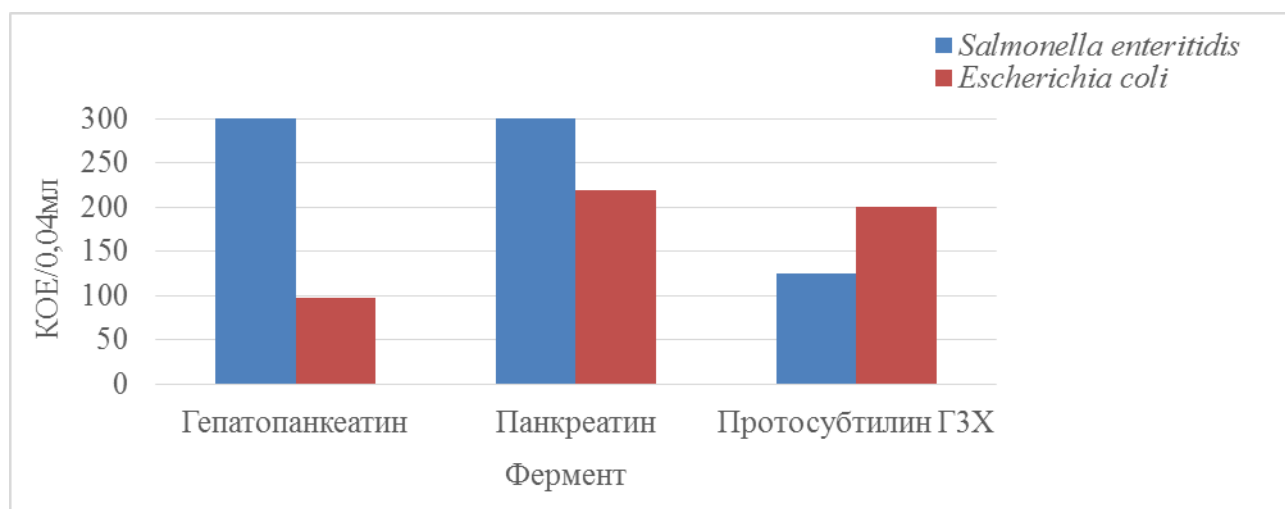


Рис. 4. График распределения микроорганизмов на питательной среде с использованием различных гидролизатов

Заключение. Таким образом, в результате проведенных исследований было определено, что полученные опытные питательные среды на основе белковых гидролизатов из отходов филетирования трески могут быть использованы для роста микроорганизмов родов *Salmonella* sp. и *Escherichia* sp.

Наилучшие показатели роста тестовых культур были получены при использовании белкового гидролизата, полученного с применением гепатопанкреатина. Это, по-видимому, обусловлено тем обстоятельством, что при его использовании удается добиться максимальной степени гидролиза белков и наибольшего количества свободных аминокислот и, возможным, присутствием триптофана.

Зная свойства ферментного препарата и потребности в росте определенных микроорганизмов, можно будет изготавливать специальные селективные среды.

Список литературы

Артюхова С.А., Баранов В.В., Бражная Н.Э. и др. 2010. Технология рыбы и рыбных продуктов. М.: Колос, 1064 с.

ГОСТ 7636-85. 1985. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: изд-во стандартов, 141 с.

Мухин В.А., Новиков В.Ю. 2001а. Ферментативные белковые гидролизаты тканей морских гидробионтов: получение, свойства и практическое использование. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 101 с.

Мухин В.А., Новиков В.Ю. 2001б. Ферментативные белковые гидролизаты в кормах для птицы. Зоотехния 10, 21-23.

Мухин В.А., Новиков В.Ю. 2002. Протеолиз и протеолитические ферменты в тканях морских беспозвоночных. Мурманск: изд-во ПИНРО, 117 с.

Мухин В.А., Новиков В.Ю., Макин А.А. 2003. Способ получения ферментативных белковых гидролизатов из гидробионтов для микробиологических и/или кормовых целей: Патент, 7 с.

Технохимические исследования рыбы и беспозвоночных. Методические рекомендации. 1981. М.: ВНИРО, 92 с.

Moore S., Stein W.H. 1963. Chromatographic determination of amino acids by the use of automatic recording equipment. Methods Enzymol 6, 819–831.

Рост и развитие скелетной мускулатуры у молоди ручьевой форели (*Salmo trutta morpha fario*) и американского гольца (*Salvelinus fontinalis*) в предличиночный период

С.С. Фалий, В.П. Панов

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва
e-mail: Sfalij@yandex.ru

Ключевые слова: рост, предличинки, американский голец, ручьевая форель, мышечные волокна.

Аннотация. В статье представлены результаты исследования роста мышечных волокон у двух видов лососевых рыб. Установлено, что увеличение диаметра волокон связано как с ростом предличинок рыб в длину, так и с их двигательной активностью. Выявлены особенности роста белых и красных мышечных волокон у молоди изученных видов рыб.

Предличиночный период является важным этапом развития рыб. В этот период происходит закладка опорных лучей в грудных плавниках, образование эмбриональной сосудистой системы и активное формирование осевого скелета и мышечной ткани, то есть подготовка предличинок к смешанному питанию.

Развитие мускулатуры является одним из определяющих факторов нормального формирования организма рыб, их активности, приспособляемости к условиям среды, а также выживания. Предличиночный период, помимо прочего, содержит первую фазу формирования мышц, на протяжении которой образуются две зоны личиночной мускулатуры – внутренняя белая и поверхностная красная (Koumans et al, 1990). После окончания формирования организма соматическая мускулатура рыб представлена тремя видами волокон – белыми, красными и розовыми. Характер распределения красной и белой мускулатуры связан, прежде всего, с локомоторной активностью и биологическими особенностями рыб. Кроме того, соотношение этих двух видов волокон изменяется в процессе роста (Яблоков, 2018). Изучение процессов миогенеза, а также установление зависимости скорости их протекания от различных факторов позволяют выявить механизм роста мышечной массы у молоди рыб.

Объектом исследования служила молодь ручьевой форели и американского гольца, выращенная в лаборатории аквакультуры Центра развития животноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Рыбы содержались в установках замкнутого водоснабжения в емкостях объемом 200 л. Установки были снабжены биологическими фильтрами, аэрацией и системой охлаждения воды. Температура воды колебалась в пределах +5 – +10 °С.

Этапы развития рыб, предличинки и личинки, устанавливались в соответствии с морфологическими особенностями и типом питания молоди (Павлов, 2007).

Предличинок в возрасте 3, 24, 30 и личинок в возрасте 45 дней фиксировали в 10%-м формалине. При помощи бинокулярной лупы МБС-1 производили измерения длины тела рыб с точностью до 0,1 мм, а также определяли их штучную массу на электронных весах с точностью 1 мг. Выбор дней взятия проб был сделан на основании изменений морфологических и функциональных признаков или приспособлений, характерных для определенного периода развития рыб. В основном, этими изменениями являются резорбция желточного мешка, пигментация тела, а также образование лепидотрихий на плавниковой складке. При переходе на личиночную стадию (45 дней) у рыб открывается ротовая складка и начинается смешанное питание.

Для гистологических исследований изготавливали желатиновые срезы толщиной 9-15 мкм на замораживающем микротоме. Срезы окрашивали суданом III и гематоксилином по Карацци (Горбунова, 2008).

Диаметры волокон, их количества на единицу площади определяли с помощью окуляр- и объект-микрометров. Для установления взаимосвязи размеров волокон, их площади и количества на единицу площади с размерами и массой рыб использовали уравнение регрессии – $y = ax^b$. Полученный материал обработан статистически с использованием программного обеспечения Microsoft Office Excel.

В первые дни после вылупления туловище предличинки сжато в дорсо-вентральном направлении, поскольку желточный мешок имеет шарообразную форму. В дальнейшем, по мере расходования рыбой желтка, а так же за счет формирования внутренних органов и мускулатуры, тело предличинки приобретает вытянутую в вертикальной плоскости форму, характерную для взрослых особей. На ранних стадиях постнатального онтогенеза на поперечном срезе рыб, сделанном в области туловища, в средней части желточного мешка, хорошо различимы нотохорда, нервная трубка, сомиты, а также мышечные волокна (рис. 1).

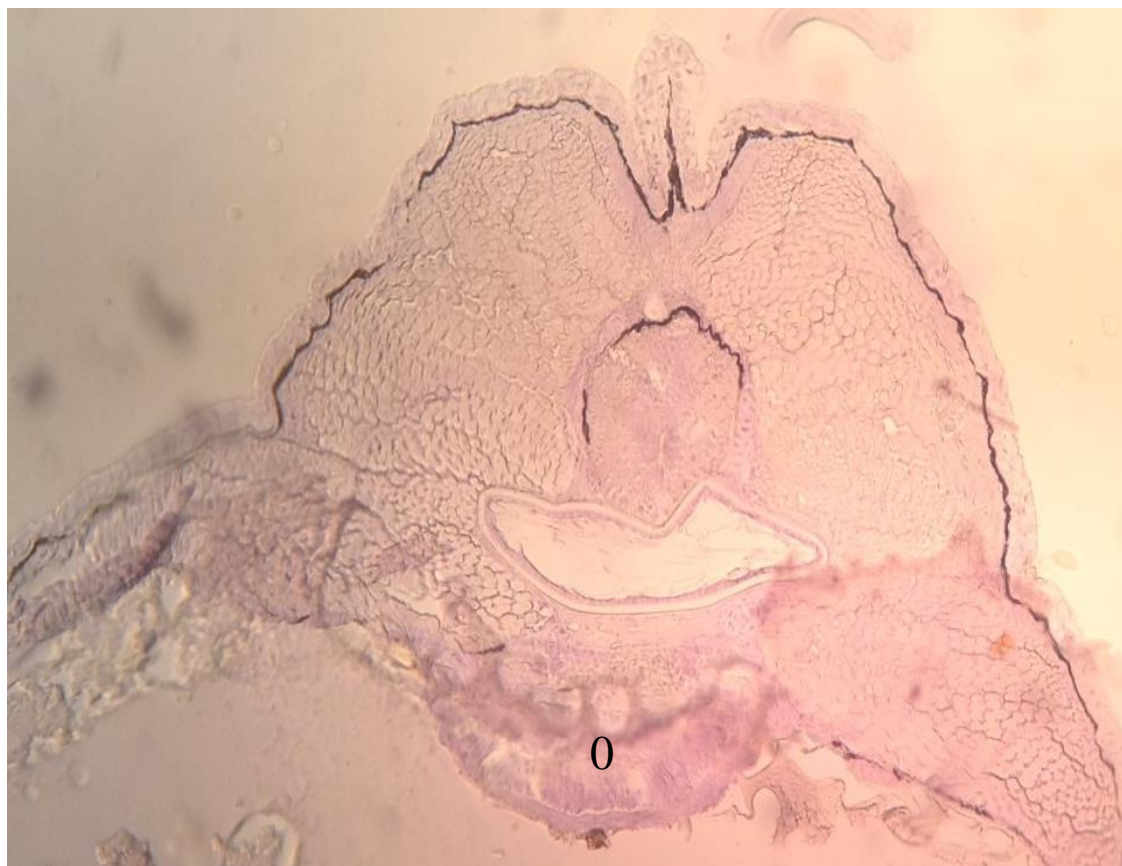


Рис. 1. Поперечный срез предличинки гольца в области желточного мешка: 1 – эпителий, 2 – внезародышевая (желточная) энтодерма, 3 – нотохорд, 4 – нервная трубка, 5 – сомиты, 6 – желточный мешок, 7 – апикальная часть среза, 8 – латеральная часть среза, 9 – спинной плавник, 10 - аорта

По сравнению с гольцом, ручьевая форель имеет более крупную икру. Как при выклеве, так и в течение всего предличиночного периода, молодь гольца имела меньшие длину и массу, чем форели (табл. 1). Вылупившиеся предличинки форели имеют больший запас желтка, который, однако, расходуется быстрее, чем у гольца, и особи обоих видов достигают последующих стадий развития практически одновременно.

Таблица 1. Морфометрическая характеристика рыб.

| Показатель* | Возраст рыб, сутки | | | |
|-------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | 3 | 24 | 30 | 45 |
| Масса рыбы, мг | $\frac{48,0 \pm 0,97}{90,0 \pm 4,66}$ | $\frac{54,4 \pm 0,98}{104,7 \pm 2,04}$ | $\frac{49,2 \pm 0,56}{99,1 \pm 1,43}$ | $\frac{61,1 \pm 5,17}{94,7 \pm 3,27}$ |
| Длина рыбы, мм | $\frac{11,3 \pm 0,05}{15,5 \pm 0,66}$ | $\frac{15,9 \pm 0,16}{19,8 \pm 0,21}$ | $\frac{17,0 \pm 0,12}{20,1 \pm 0,18}$ | $\frac{18,4 \pm 0,26}{22,2 \pm 0,23}$ |
| n=90 | | | | |
| Диаметр белых волокон, мкм | $\frac{7,7 \pm 0,26}{13,1 \pm 0,23}$ | $\frac{10,5 \pm 0,15}{14,2 \pm 0,20}$ | $\frac{13,5 \pm 0,18}{17,4 \pm 0,28}$ | $\frac{15,5 \pm 0,15}{18,3 \pm 0,19}$ |
| Диаметр красных волокон, мкм | $\frac{2,6 \pm 0,08}{4,8 \pm 0,39}$ | $\frac{4,8 \pm 0,07}{5,6 \pm 0,12}$ | $\frac{7,1 \pm 0,14}{7,5 \pm 0,15}$ | $\frac{7,4 \pm 0,14}{7,7 \pm 0,08}$ |
| Площадь, занимаемая белыми волокнами, % | $\frac{71,6}{83,5}$ | $\frac{73,6}{80,8}$ | $\frac{81,6}{83,2}$ | $\frac{86,8}{89,4}$ |
| Площадь, занимаемая красными волокнами, % | $\frac{64,5}{82,2}$ | $\frac{63,6}{83,6}$ | $\frac{71,7}{77,8}$ | $\frac{74,4}{79,5}$ |

* - Здесь и в таблице 2: над чертой – голец, под чертой – форель

При этом у предличинок в возрасте трех дней после вылупления волокна белой мускулатуры обладали округлой формой и сравнительной однородностью ($Cv = 12,8\%$). Волокна красной мускулатуры, в силу малого диаметра, (при световой микроскопии) являлись труднодифференцируемыми. С увеличением плотности быстрых мышечных волокон на единицу площади их форма становится более угловатой в связи с изменением соотношения тканей (мышечной и соединительной).

Молодь гольца на момент выклева имела меньший диаметр белых и красных мышечных волокон, чем предличинки форели. К началу личиночного периода у форели белые и красные волокна увеличились в диаметре на 28,4 и 37,7%, а у гольца – на 50,3 и 64,9% соответственно. Несмотря на то, что резорбция желточного мешка у предличинок форели происходила быстрее, увеличение мышечных волокон в диаметре осуществлялось менее интенсивно, чем у гольца (табл. 1).

В раннем онтогенезе рыбы претерпевают значительные морфологические изменения осевого скелета. У предличинок в возрасте тридцати дней начинается формирование верхней и нижней дуг позвоночника, из которых впоследствии образуются остистые отростки позвонков и ребра (Кауфман, 1990). Дуги позвоночника развиваются вокруг хорды и представлены гиалиновым хрящом, который, разрастаясь, вытесняет мышечные волокна, тем самым увеличивая плотность их расположения.

Первые дни после выклева характеризуются сравнительной равномерностью диаметров волокон, как белых, так и красных. Вероятно, это связано с тем, что в этот период предличинки неподвижно лежат на дне, а развитие мышечной ткани находится в тесной связи с ее физическими нагрузками. В возрасте 24 дней у рыб наблюдается значительное снижение количества волокон малых диаметров, при этом возникает большее разнообразие диаметров ($Cv = 16,5\%$) (рис. 2, 3).

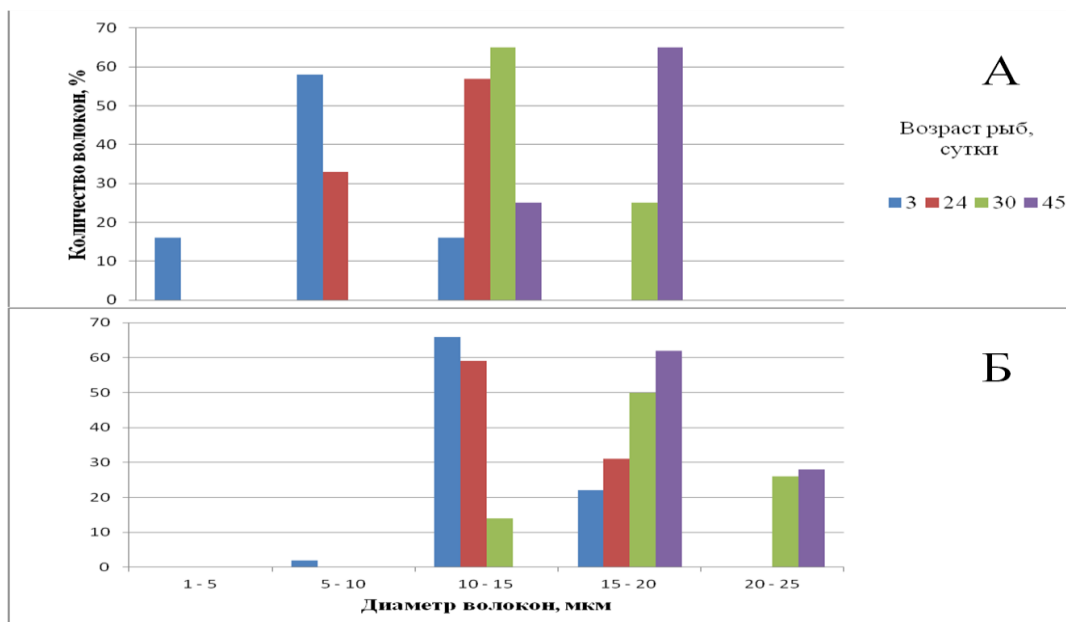


Рис. 2. Распределение диаметров белых волокон гольца (А) и форели (Б)

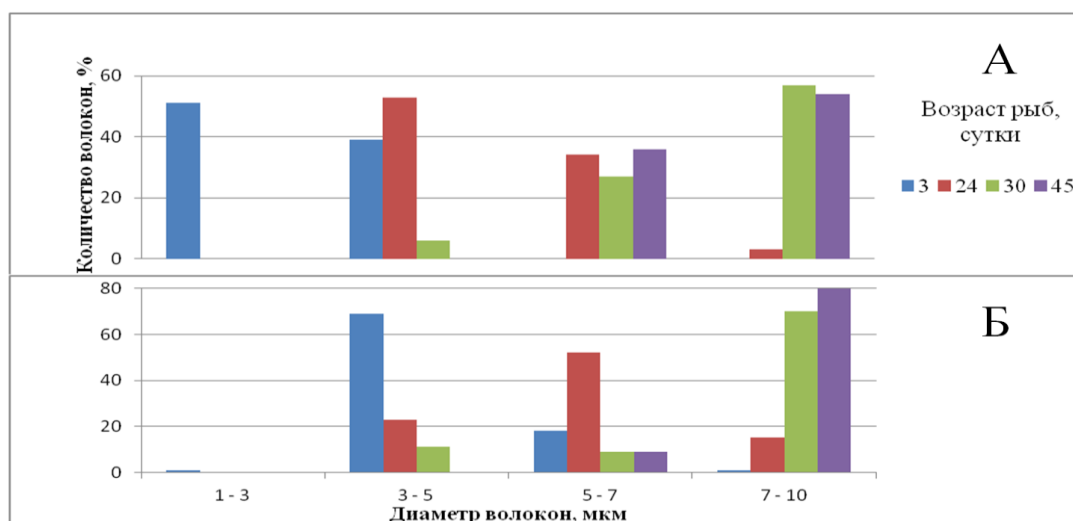


Рис. 3. Распределение диаметров красных волокон гольца (А) и форели (Б)

Процессы гиперплазии происходят на протяжении большей части жизни рыб, наиболее активно – в предличиночный и личиночный периоды (Johnston et al., 2003). Мышечные волокна наименьших диаметров присутствуют на каждом этапе их развития, но количество таких волокон на единицу площади постепенно снижается. При этом на ранних этапах развития наибольшей пролиферативной активностью характеризуется дорсальная область мускулатуры, а к концу предличиночного периода новообразовавшиеся волокна в достаточно большом количестве хорошо заметны и в латеральных ее частях (рис. 4).



Рис. 4. Зоны пролиферации в латеральной части среза (форель, 45 дней). Стрелками показаны белые волокна малого диаметра, расположенные между белых волокон большого диаметра

В результате исследований установлено, что скорость роста белых волокон у ручьевой форели отстает от ее роста в длину (отрицательная аллометрия). Это объясняется тем, что данный вид входит в группу медленнорастущих рыб. У американского гольца размеры белых волокон увеличиваются с несколько большей скоростью (положительная аллометрия), чем рост рыбы в длину (табл. 2).

Таблица 2. Параметры уравнения относительного роста белых и красных мышечных волокон в зависимости от длины рыб ($y = ax^b$).

| Показатели | Коэффициенты | | R ² |
|------------------------------|--------------|--------------|----------------|
| | a | b | |
| Диаметр белых волокон, мкм | <u>0,265</u> | <u>1,376</u> | <u>0,99</u> |
| | 1,102 | 0,896 | 0,92 |
| Диаметр красных волокон, мкм | <u>0,012</u> | <u>2,210</u> | <u>0,97</u> |
| | 0,130 | 1,312 | 0,93 |

Установлено, что у обоих видов в предличиночном периоде интенсивность увеличения диаметров красных мышечных волокон выше, чем белых. Это обусловлено тем, что на данном этапе выживание молоди зависит от двигательной активности, которая, по нашему мнению, определяется развитием и медленных мышечных волокон, поскольку они определяют подготовленность личинок к поднятию на плав и активному внешнему питанию.

Список литературы

- Горбунова Т.К. 2008. Применение гематоксилина в микроскопической технике. Электронный матем. и медико-биол. журн., 7(1).
 Кауфман З.С. 1990. Эмбриология рыб. М.: Агропромиздат, 271с.
 Павлов Д.А. 2007. Морфологическая изменчивость в раннем онтогенезе костистых рыб. М.: ГЕОС, 264 с.
 Яблоков Н.О. 2018. Соотношение красной и белой осевой мускулатуры у пяти пресноводных видов лососеобразных (Salmoniformes). Экосистемы 14(44), 103-109.

Johnston I. A., Fernandez D.A., Calvo J., Vieira V.L. A., North A.W., Abercromby M., Garland T. 2003. Reduction in muscle fibre number during the adaptive radiation of notothenioid fishes: a phylogenetic perspective. *J.Exp. Biol.* 206, 2595-2609.

Koumans J.T.M., Akster H.A., Dulos G.J., Osse J.W.M. 1990. Myosatellite cells of *Cyprinus carpio* (Teleostei) in vitro: isolation, recognition and differentiation. *Cell Tis. Res.*, 173-181.

Морфология крови и органов иммунной защиты молоди байкальского сига и омуля в условиях аквакультуры

А.С. Фомина¹, Л.В. Суханова²

¹Байкальский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Улан-Удэ

²ФГБУН Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск

e-mail: anafoma@mail.ru

Ключевые слова: байкальский озерный сиг, байкальский омуль, лейкоцитарная формула, головной отдел почки, селезенка.

Аннотация: В работе приведены результаты исследований морфологии крови и органов иммунной системы молоди (1+) байкальского омуля *Coregonus migratorius* и байкальского озерного сига *C. baicalensis*. При исследовании лейкоцитарной формулы крови байкальских сиговых видов рыб идентифицировано 9 типов клеток: промиелоциты, миелоциты и метамиелоциты нейтрофильные, палочкоядерные и сегментоядерные нейтрофилы, псевдозозинофилы, моноциты, большие и малые лимфоциты. Колебания в общем содержании лимфоцитов у молоди сига составляли 52 – 99%, у омуля – 40-99%. Отмечена сравнительно высокая пластичность показателей эритроидного ряда в крови и органах иммунной системы байкальского омуля. Сравнительный анализ органов иммунной защиты рыб в условиях аквариальной показал, что интенсивность гранулопоэза и эритропоэза в органах иммунной защиты выше у байкальского омуля, лимфопоэза – у байкальского сига.

Изучение морфологических, экологических и генетических особенностей, возникших в результате географической изоляции в период оледенений и изменения уровня воды в Байкале, дают основание выделять видовую самостоятельность байкальского омуля *Coregonus migratorius* и байкальского озерного сига *Coregonus baicalensis* (Смирнов, Суханова, Смирнова-Залуми, 2008). Байкальский омуль населяет богатые пищей пелагические зоны озера Байкал до глубин 350-400 м. Нерестовые миграции омуля продолжаются с сентября по ноябрь и сопровождаются массовым перемещением в притоки озера. Байкальский озерный сиг населяет донные биоценозы прибрежья и материкового склона до глубин 200 м. Нерест байкальского сига проходит в проливах, мелководных участках озера и заливах с ноября по февраль. Основные морфологические отличия двух видов связаны с пищевой специализацией; у байкальского омуля конечный рот, число жаберных тычинок составляет 37-55, форма тела плантофага; у озерного сига – нижний или полунижний рот, число жаберных тычинок составляет 22-33, является бентофагом.

В литературе обширно представлены результаты исследований структуры популяций сиговых видов рыб Байкала, их экологических особенностей (Пронин и др., 2007), приведены результаты химического состава (исследован спектр жирных кислот, липидный состав печени и мышц) байкальского озерного сига и байкальского омуля (Глызина 2010 и др.; Васильева и др., 2016).

В данной работе впервые приведены результаты сравнительного анализа крови и органов иммунной системы байкальского омуля и озерного сига, выращенных из искусственно оплодотворенной икры в условиях аквариального комплекса.

Материал и методы исследования

Аквакультура сиговых рыб получена на базе уникальной научной установки «Экспериментальный пресноводный аквариумный комплекс байкальских гидробионтов» ЛИН СО РАН (далее ПАК) в рамках проектов РФФИ и Правительства Иркутской области № 17-44-388081 p_a; 17-44-388106 p_a и 17-44-388107.

Все работы по искусственному оплодотворению и дальнейшему развитию икры в ЦКП ПАК проводили в соответствии с рекомендациями, составленными на основе многолетнего опыта по организации временных пунктов, сбору и хранению икры, ряде экспериментальных работ, физиолого-эмбриологических исследованиях и литературных данных, характеризующих условия нереста сиговых рыб, морфологические и биолого-физиологические показатели развития икры (Черняев, 1982).

Наружное освещение ПАК осуществлялось с естественным фотопериодом. Качество воды контролировалось сертифицированной лабораторией гидрохимии и химии атмосферы ЛИН СО РАН. РН варьировал между 7,1-7,5. Вода (температура 2,0-5,0 °С) вводилась в емкости Вейса под давлением снизу и сохраняла икру во взвешенном состоянии. Все партии икры инкубировали в одной и той же проточной системе. Отмершая икра регулярно удалялись. После вылупления свободноплавающие личинки были переведены в 37-литровые аквариумы (50 × 25 × 30 см) с термостатическим подводным нагревателем (300 Вт) и проточной системой (1,4 л мин⁻¹). Температуру поддерживали около 6 °С в течение первых 4 недель, затем повышали до 12 °С в течение 3 недель и наконец далее поддерживали около 12 °С. Личинок кормили до насыщения ad libitum науплиями рачка *Artemia salina nauplii* и дополняли коммерческими кормами для форели (Aller Futura EX, Aller Aqua Company) постепенно замещая артемию комбикормом. Через четыре месяца мальков переносили в 240 л аквариумы (60 × 50 × 80 см) с проточной системой (1,4 л мин⁻¹) и полностью переводили на кормление комбикормом (Aller Futura EX, Aller Aqua Company).

Исследование крови и органов иммунной защиты рыб проводилось у годовалых особей после наркотизации гвоздичным маслом. Забор крови и органов проводили после каудэктомии хвостового плавника. Отпечатки органов изготавливали после каудэктомии и забора крови. Далее отпечатки и мазки крови подсушивали и фиксировали в пластиковых бюксах этиловым спиртом (95°). Затем в лабораторных условиях отпечатки органа и крови окрашивали по Романовскому-Гимза. Идентификацию видов клеток и их подсчет проводили под световым микроскопом Микмед-5 при увеличении в 1000 раз. При идентификации клеточного состава придерживались классификации Н.Т. Ивановой (1983). Результаты обработаны статистически в программах MS Excel 2003 и Statistica 6.0, 10 для непараметрических данных (Mann – Whitney U-тест) при уровне достоверности $p < 0,05$.

Результаты исследований

В лейкоцитарной формуле выявлены большие и малые лимфоциты. Содержание малых лимфоцитов у омуля и сига было больше содержания больших лимфоцитов в 5-7 раз. Колебания в общем содержании лимфоцитов у молоди сига составляли 52-99%, у омуля – 40-99%. Достоверных различий в содержании клеток лейкоцитарной формулы в крови молоди байкальского сига и байкальского омуля не выявлено.

В эритроидном ряду достоверные различия отмечены в содержании незрелых дифференцирующихся эритроцитов, что отражается увеличением относительного содержания малодифференцированных эритроцитов в крови молоди омуля по сравнению с таковых в крови молоди сига (табл. 1).

Исследования патологических форм эритроцитов показало, что в условиях аквакультуры эритроциты по своим цитометрическим параметрам более стабильны у байкальского озерного сига. У омуля в периферической крови отмечалось достоверно выше содержание эритроцитов с измененной формой клетки (эритроциты треугольной и веретенообразной формы), измененным ядром (кариолизис, фрагментация и инвагинация ядра) и цитоплазмой (вакуолизация клетки).

Таблица 1. Показатели крови молоди сиговых бассейна оз. Байкал ($M \pm m_x$)

| Показатель, % | <i>Coregonus baicalensis</i> | <i>Coregonus migratorius</i> |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Лейкоцитарная формула | |
| Лимфоциты (большие и малые) | 75,94±2,22 | 69,04±2,94 |

| | | |
|-------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|
| Бластные клетки | 2,16±0,76 | 2,63±0,89 |
| Моноциты | 2,58±0,26 | 5,22±0,59 |
| Сегментоядерные нейтрофилы | 9,26±0,52 | 9,41±0,99 |
| Палочкоядерные нейтрофилы | 2,11±0,56 | 2,55±0,45 |
| Нейтрофильные промиелоциты, миелоциты и метамиелоциты | 5,21±0,58 | 8,65±0,80 |
| Псевдоэозинофилы | 2,44±0,97 | 1,5±0,78 |
| | Эритроидный ряд | |
| Эритроциты | 94,83±0,56 | 89,51±0,89 |
| Базофильные, полихроматофильные нормобласты | 5,11±0,58 | 8,76±0,74 ¹ |
| Эритробласты | 0,15±0,08 | 1,73±0,41 ² |

М – среднее значение, m_x – ошибка. ^{1,2} – достоверность различий при $p \leq 0,05$.

При исследовании клеток лимфоидного ряда в головном отделе почки выявлено достоверное увеличение содержания лимфоцитов у сига относительно такового у байкальского омуля. Среднее значения основных популяций клеток отражены в табл.2.

Таблица 2. Содержание некоторых клеток миелоидного, лимфоидного и эритроидного ряда в головном отделе почки молоди байкальских сиговых рыб

| Показатель, % | <i>Coregonus migratorius</i> | <i>Coregonus baicalensis</i> |
|-------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Лимфоидный ряд | |
| Лимфоциты | 60,40±2,13 | 71,42±3,02 ² |
| | Миелоидный ряд | |
| Псевдоэозинофилы сегментоядерные/палочкоядерные | 2,85±0,23 | 0,30±0,09 ⁴ |
| Нейтрофилы сегментоядерные | 7,17±1,09 | 2,31±0,71 ⁵ |
| Клетки моноцитарно-макрофагической системы | 0,91±0,32 | 1,10±0,40 |
| | Эритроидный ряд | |
| Эритроциты | 56,65±4,39 | 61,32±4,38 |
| Эритробласты | 12,92±2,13 | 7,26±0,96 ⁸ |
| Базофильные нормобласты | 22,37±4,26 | 28,98±4,62 |
| Полихроматофильные эритробласты | 8,56±0,89 | 2,44±0,44 |

Здесь и далее: М – среднее значение, m_x – ошибка. ¹⁻⁸ – достоверность различий при $p \leq 0,05$.

В содержании лимфоцитов в селезенке у молоди исследуемых видов рыб достоверных различий не выявлено. В миелоидном ряду, у байкальского озерного сига в селезенке достоверно отмечено снижение содержания нейтрофилов (зрелых сегментоядерных и палочкоядерных в 1,6 раза, малодифференцированных нейтрофилов в 2,2 раза) по сравнению с селезенкой байкальского омуля.

Сравнительный анализ органов иммунной защиты рыб в условиях аквариальной показал, что интенсивность гранулопоэза и эритропоэза в органах иммунной защиты выше у байкальского омуля, лимфопоэза – у байкальского сига. Наличие в крови большего количества патологических форм эритроцитов в крови у байкальского омуля на фоне сравнительно высокого эритропоэза в органах иммунной защиты может указывать на более высокую пластичность физиологических показателей эритроидного ряда у омуля в аквариальных условиях.

Таким образом, полученные результаты исследования послужат в дальнейшем основой для создания базы данных морфофизиологических показателей молоди байкальского озерного сига и байкальского омуля, выращиваемых в условиях аквакультуры в целях искусственного воспроизводства и научных исследований в ЦКП ПАК, а также в дальнейшем для определения морфофизиологических норм молоди сиговых видов рыб Байкала, как ценных объектов аквакультуры.

Работа проведена при финансовой поддержке грантов: РФФИ 18-34-20015 мол_а_вед, РФФИ и Правительства Иркутской области № 17-44-388081 р_а; 17-44-388106 р_а и 17-44-388107 р_а.

Список литературы

Смирнов В.В., Суханова Л.В., Смирнова-Залуми Н.С. 2008. Микроэволюция сиговых рыб озера Байкал. Развитие жизни в процессе абиотических изменений на Земле 1, 415-424.

Рыбы озера Байкал и его бассейна / Н.М. Пронин, А.Н. Матвеев, В.П. Самусенок и др. - Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2007, 263 с.

Черняев Ж.А. 1982. Воспроизводство байкальского омуля. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 128 с.

Глызина О.Ю. и др. 2010. Спектр жирных кислот различных морфоэкологических групп байкальского омуля *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi, 1775). Химия в интересах устойчивого развития 18(2), 139-144.

Васильева О.Б. и др. 2016. Липидный состав мышц и печени симпатрических сиговых рыб (*Coregonus* sp.) озера Байкал в идентичных условиях эксперимента). Сибирский экологический журнал 23(2), 220-227.

Иванова Н.Т. 1983. Атлас клеток крови рыб: Сравнит. морфология и классификация формен. элементов крови рыб. М. : Лег. и пищ. пром-сть, 52 с.

Помфоринхоз культивируемого карпа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) в одном из рыбоводных хозяйств Ставропольского края

В.Н. Хорошельцева^{1,2}, Е.С. Бортников¹, Г.В. Мосеян^{1,2}, Т.В. Стрижакова¹

¹Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (АзНИИРХ), г. Ростов-на-Дону

²Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

e-mail: vikakhorosheltseva@gmail.com

Ключевые слова: болезни рыб, паразиты, карп, аквакультура, помфоринхоз, *Pomphorhynchus laevis*, показатели зараженности.

Аннотация: В работе представлена информация о зараженности культивируемого карпа скребнем *Pomphorhynchus laevis*. Материалом для исследования послужил разновозрастной карп в количестве 456 экз., отобранный из рыбоводных хозяйств Ростовской области, Краснодарского и Ставропольского краев. Возбудитель помфоринхоза был зарегистрирован у трех-четырёхлетков карпа в Дундинском водохранилище (Ставропольский край).

Cyprinus carpio Linnaeus, 1758 – наиболее типичный представитель семейства карповых (Cyprinidae), являющийся основным объектом прудового рыбоводства во всем мире (Welcomme, 1988). Этот вид широко распространен в Центральной Евразии (Balon, 1995). На сегодняшний день карповых рыб выращивают более чем в 80 странах, многие из которых находятся на большом расстоянии от их естественной среды обитания (Welcomme, 1988; Biro, 1995).

При искусственном разведении одним из лимитирующих факторов, снижающих эффективность аквакультуры, являются болезни, в том числе вызванные паразитическими организмами. Для успешного разведения необходимы точные знания об эпизоотической ситуации и строгий паразитологический контроль, в связи с чем требуется изучение паразитофауны рыб. Очень часто естественным резервуаром паразитов для культивируемых видов рыб могут служить «сорные» рыбы. Высокая плотность посадки способствует тесному контакту объектов аквакультуры с сорными видами, тем самым создаются благоприятные условия для распространения различных заболеваний. Повышенная плотность рыб в прудах также требует дополнительного внесения кормов, а это способствует развитию промежуточных хозяев паразитов.

Паразитофауна карпа насчитывает более 300 видов (Bagus, 2002), в составе которой отмечены представители многих классов, начиная от микроспоридий и заканчивая ракообразными. Одними из наиболее патогенных среди паразитов являются скребни рода *Pomphorhynchus* Monticelli, 1905 (Acanthocephala: Pomphorhynchidae), вызывающие заболевание «помфоринхоз».

Виды рода *Pomphorhynchus* являются облигатными эндопаразитами, поражающими преимущественно пресноводных, и, реже, морских рыб, земноводных и млекопитающих (Meयर, 1933; Kennedy, 1985). Развитие паразита происходит не только с промежуточными, но с резервуарными хозяевами. В качестве промежуточного хозяина выступает рачок-бокоплав *Gammarus pulex*. В российских реках чаще всего в качестве возбудителями помфоринхоза выступает скребень *Pomphorhynchus laevis*. Специфический морфологический признак этого вида – длинная шейка, которая на переднем конце расширяется в бульбус шарообразной формы (рис. 1).

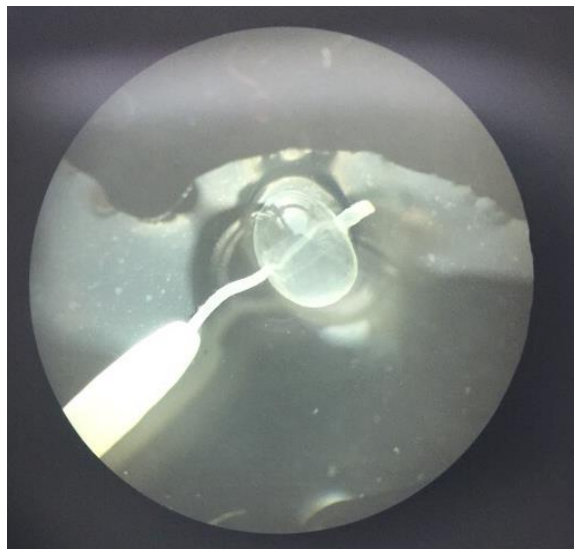


Рис. 1. Скребень *Pomphorhynchus laevis*

Длина самок в среднем составляет 22-24 см, самцов – 13-15 см. На хоботке имеются крючья (по 12 в каждом ряду).

Скребни глубоко проникает в стенку кишечника, иногда прободают ее, проникают во внутренние органы (чаще в печень), где вызывают воспалительные процессы и способствуют проникновению вторичной инфекции. Локализуясь в кишечнике, помфоринхусы разрушают целостность тканей желудочно-кишечного тракта, вырабатывают протеолитические ферменты с трипсиноподобной активностью, которые выводятся из паразита через поры в крючках хоботка (Polzer, Taraschewski, 1994), вызывают нарушения выработки нейромодуляторов (бета-эндорфин, метенкефалин, бомбезин и др.), ответственных за моторику кишечника и процессы пищеварения и всасывания (Dezfuli et al., 2002) и др.

В отечественной литературе отсутствует достаточное количество сведений о распространении этого патогена в водоемах России, используемых с целью искусственного разведения рыб. В связи с этим целью нашего исследования стала оценка распространенности скребня *P. laevis* в хозяйствах аквакультуры юга Российской Федерации.

Материалом для настоящего исследования послужил разновозрастной культивируемый карп *C. carpio*, отобранный в рыбоводные сезоны 2016-2018 гг. из хозяйств Ростовской области (3 хозяйства), Краснодарского (3) и Ставропольского (1) краев. Районы отбора проб обозначены на карте (рис. 2).

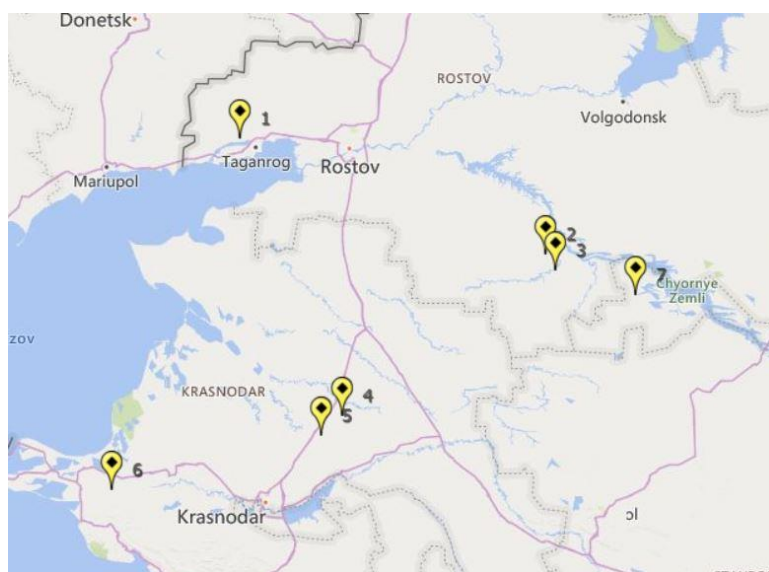


Рис. 2. Районы отбора проб для исследований (составлена при помощи SAS.Планета 160707.9476 Stable)

В ходе проведения исследования было обработано 456 экз. разновозрастных карпов (от сеголетков до пятилетков). Масса рыб варьировала в диапазоне 32,4-1861 г, длина 10,2-45,0 см.

При выполнении исследований использовались методы клинического осмотра и паразитологического анализа в соответствии с общепринятыми методиками (Мусселиус и др., 1983; МУК 3.2.988-00).

Определение систематической принадлежности паразитов проводили, руководствуясь соответствующими томами «Определителя паразитов пресноводных рыб фауны СССР» (1984; 1985; 1987). Для характеристики эпизоотического процесса в работе использовались стандартные показатели зараженности: экстенсивность инвазии (ЭИ) – доля зараженных рыб (%), интенсивность инвазии (ИИ) – минимум-максимум, экз., средняя интенсивность (СИ) – среднее количество паразитов, экз. и индекс обилия (ИО) – средняя численность паразитов, приходящаяся на одну особь хозяина, включая не зараженных, экз. (Бреев, 1972).

Заражение карпа скребнем *P. laevis* установлено в одном из рыбоводных хозяйств, которое расположено в северной части Ставропольского края, южнее села Белые Копани. В качестве нагульного водоема хозяйство использует Дундинское водохранилище (рис. 3), образованное в балке пересыхающей реки Дунды. Водоисточником служит левая ветвь Правоегорлыкского канала.



Рис. 3. Дундинское водохранилище, Ставропольский край (SAS.Планета 160707.9476 Stable)

В 2014 г. проведено частичное осушение водохранилища с целью проведения капитального ремонта дамбы. Этот период был использован для обработки ложа негашеной известью. Помимо основных объектов аквакультуры (разные породы карпа, белый амур, толстолобики), в водоеме присутствуют «сорные» виды: серебряный карась, сом, вобла, окунь, лещ. Эти виды были запущены в водоем в половозрелом состоянии и на момент проведения исследования образовали самовоспроизводящееся стадо.

Инвазия помфоринхусами зарегистрирована у рыб трех-четырёхлетнего возраста, ЭИ при этом составляла 23,1%, ИИ 4-11 экз., ИО 1,8 экз. У рыб наблюдалось прободение стенки

кишечника, внедрение головной части (хоботок с крючьями и бульбусом) паразита в печень и образование вокруг нее соединительнотканной капсулы (рис. 4).



Рис. 4. Фрагмент кишечника карпа, зараженного скребнем *Pomphorhynchus laevis*, Дундинское водохранилище, сентябрь 2018 г.

Печень зараженных рыб имела бугристую структуру, обусловленную присутствием вышеназванных капсул, содержащих целые или деградирующие элементы головной части скребня или же заполненных гомогенным матриксом. Последнее представляется законченным этапом деградации внедрившихся в печень скребней. Нарушение целостности тканей указанных внутренних органов позволяет отнести инвазию карпа к разряду «заболевание» – помфоринхоз.

Наличие в Дундинском водохранилище большого количества «сорных видов» рыб, возможно, явилось источником инвазии для культивируемого карпа. Для дальнейшего снижения зараженности объектов аквакультуры необходимо провести работу по вылову рыб, являющихся «резервуарами» паразитов.

Список литературы

- Бреев К.А. 1972. Применение негативного биномиального распределения для изучения популяционной экологии паразитов. Л.: Изд-во «Наука», 70 с.
- МУК 3.2.988-00. 2001. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки.
- Мусселиус В. А., Ванятинский В. Ф., Вихман А. А. 1983. Лабораторный практикум по болезням рыб. М.: изд-во «Легкая и пищевая промышленность», 294 с.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 1. «Паразитические простейшие». 1984. Л.: Изд-во «Наука», 438 с.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 2. «Паразитические многоклеточные (первая часть)». 1985. Л.: Изд-во «Наука», 425 с.
- Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. «Паразитические многоклеточные (вторая часть)». 1985. Л.: Изд-во «Наука», 583 с.
- Balon E.K. 1995. Origin and domestication of the wild carp, *Cyprinus carpio*: from Roman gourmets to the swimming flowers. *Aquaculture* 129(1-4), 3-48.
- Barus V. 2002. *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758). The freshwater fishes of Europe, 85-179.
- Bíro P. 1995. Management of pond ecosystems and trophic webs. *Aquaculture* 129(1/4), 373-386.
- Dezfuli B.S., Pironi F., Giari L., Domeneghini C., Bosi G. 2002. Effect of *Pomphorhynchus laevis* (Acanthocephala) on putative neuromodulators in the intestine of naturally infected *Salmo trutta*. *Diseases of Aquatic Organisms* 51(1), 27-35.

Kennedy C.R. 1985. Site segregation by species of Acanthocephala in fish, with special reference to eels, *Anguilla anguilla*. *Parasitology* 90 (2), 375-390.

Meyer A. 1933. Acanthocephala. In: Dr. Bronn's Klassen und Ordnungen des Tier-reichs, Vol. 4. Leipzig, Germany: Akademische Verlagsgesellschaft, 333-582.

Polzer M., Taraschewski H. 1994. Proteolytic enzymes of *Pomphorhynchus laevis* and in three other acanthocephalan species. *Journal of Parasitology* 80 (1), 45-49.

Welcomme R.L. 1988. International introductions of inland aquatic species. FAO Fisheries Technical Paper, 318 p.

Методика ретроспективной оценки роста серых морских ежей *Strongylocentrotus intermedius*

М.О. Чалиенко

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток
e-mail: yumbo@yandex.ru

Ключевые слова: ретроспективная оценка роста, серый морской еж, *Strongylocentrotus intermedius*, годовые кольца, групповой рост, зоны роста.

Аннотация: В настоящей работе автором предложена методика расчета диаметра панциря *S. intermedius* на каждом году жизни по приростам на пластинках. В основу работы положен материал, собранный в летне-осенний период в 2015-2017 и 2019 гг. у северо-западного побережья Японского моря в районе мыса Южный. Проверка качества приведенного в статье метода оценки индивидуального роста серых ежей показала, что разница между расчетными значениями диаметров панцирей, полученными по разработанной методике ретроспективного анализа роста, и наблюдаемыми значениями в среднем не превышает 1 мм, что учитывая погрешность измерений диаметра панциря штангенциркулем – 1 мм, вполне допустимо.

Одним из основных методов определения возраста животных является подсчет зон роста на их минерализованных структурах. Наличие годовых зон также позволяет производить ретроспективную оценку роста, что давно широко используется ихтиологами и малакологами. Так, для двустворчатых моллюсков, оценка индивидуальных особенностей роста производится путем прямых измерений ежегодных приростов на их раковинах. В ихтиологических исследованиях размеры рыб на каждом году жизни восстанавливаются методом обратных расчислений (Мина, Клевезаль, 1976) по соотношению приростов на чешуе. У морских ежей история онтогенеза записана на пластинках панциря, иглах и элементах аристотелева фонаря, однако возможность применения зон роста для ретроспективной оценки процессов индивидуального роста ежей не исследована. В настоящей работе автором была сделана попытка расчета размеров *S. intermedius* на каждом году жизни по приростам на пластинках.

В основу работы положен материал, собранный в летне-осенний период в 2015-2017 и 2019 гг. у северо-западного побережья Японского моря в районе мыса Южный, где распространены скопления тугорослых *S. intermedius* (Чалиенко, 2018). Отбор проб проводился в прибрежной зоне от уреза воды до глубины 20 м водолазом. У собранных особей измеряли диаметр панциря с точностью до 1 мм. Зоны роста на пластинках панцирей морских ежей выявляли по методу Йенсен (Jensen, 1969). Фрагменты панциря с внешней стороны зашлифовывали и обжигали над пламенем спиртовки, затем пластинки помещали в спирт, после чего высушивали и просматривали с помощью цифрового USB-микроскопа при 20-кратном увеличении на мониторе компьютера. Для измерения зон роста на амбулакальных и интерамбулакальных пластинках панцирей ежей использовали программное обеспечение для USB-микроскопов Micro Capture.

Возраст каждой особи определялся по нескольким пластинкам, с учетом особенностей роста панцирей ежей (Чалиенко, 2018). Как правило, для определения возраста молодых особей (до 6-7 лет) использовались первые 7 пластинок от ротового отверстия. При определении возраста ежей старшего возраста крайние зоны роста подсчитывались на пластинках, расположенных в районе от амбитуса и до апикального поля. Учитывая сроки массового нереста *S. intermedius* в прибрежье северного Приморья – со второй-третьей декады июля до конца сентября (Викторовская, Матвеев, 2000) и примерную

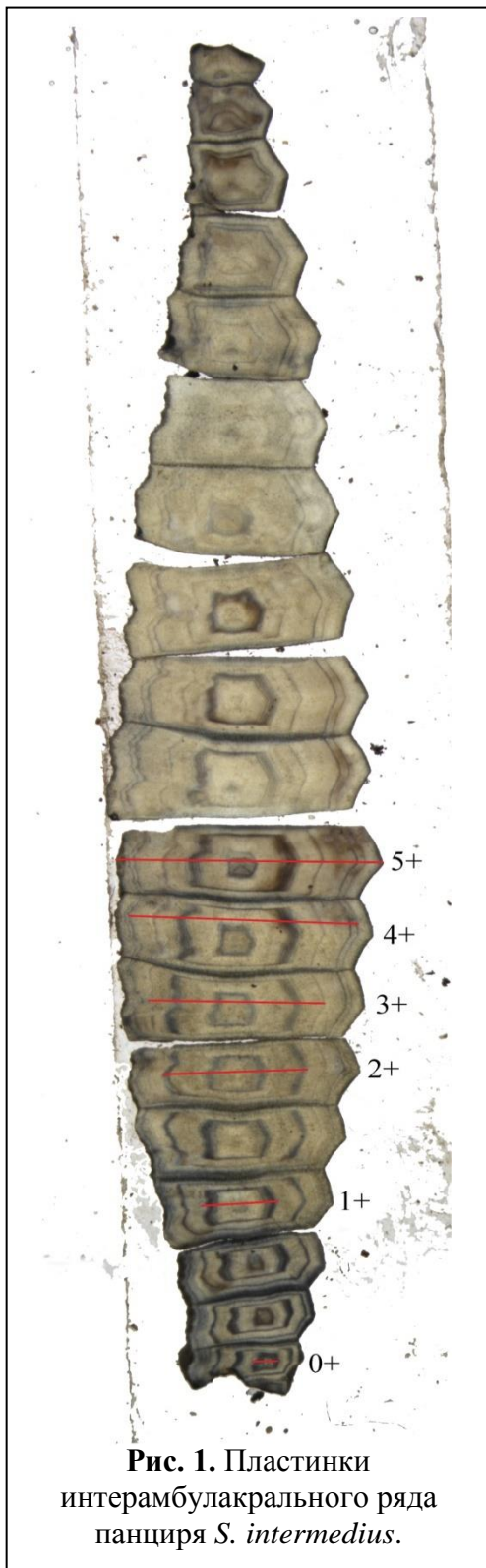


Рис. 1. Пластинки интерамбулакального ряда панциря *S. intermedius*.

продолжительность личиночной стадии до метаморфоза – около месяца (Крючкова, 1976), перед первой задержкой роста, происходящей в зимне-весенний период, возраст ежей может варьировать от 2 до 5 месяцев. В связи с этим, в настоящей работе первая зона роста (светлый центр), соответствующая этому периоду, записывалась нами как 0+.

Таким образом, в последующих возрастных классах у всех просмотренных экземпляров возраст был определен более одного года и отмечался нами как 1+, 2+, 3+ и т.д., с учетом роста в течение первых месяцев жизни до первой задержки.

Всего было исследовано 760 экз. *S. intermedius*, из них для построения кривой группового роста возраст был определен у 560 экз., собранных тотально; для определения зависимости между размерами гладкой и пористой части амбулакальной пластинки было дополнительно собрано 200 экз. при этом отбирали по 40 ежей каждого сантиметрового класса в диапазоне от 1 до 50 мм. Диаметр панцирей *S. intermedius* на каждом году жизни по приростам на пластинках был рассчитан для 30 экз. ежей.

Как известно, измерение диаметра панциря морских ежей происходит по амбитусу – наиболее расширенной в горизонтальном сечении части панциря. Пластинки, расположенные в зоне амбитуса самые длинные в латеральном направлении. Сумма длин этих пластинок, как амбулакальных так и интерамбулакальных, образует периметр панциря ежа. Полагая, что в проекции контур панциря может быть приближен окружностью и, что пятилучевая симметрия распространяется на размеры рядов пластин, зная периметр особи, легко вычислить ее диаметр. Таким образом, для определения размеров *S. intermedius* на каждом году жизни необходимо знать длину амбулакальной и интерамбулакальной пластинок, расположенных в зоне амбитуса в соответствующем возрасте.

Размеры интерамбулакальных пластин, расположенных на амбитусе в предыдущие годы жизни ежа, определяются по размерам соответствующих годовых колец. Так как пластинки расположенные на амбитусе самые длинные в латеральном направлении измерения каждого годового кольца,

соответствующего амбитусной пластинке в разные годы жизни особи, проводится на той пластинке, где оно имеет наибольшую длину в латеральном направлении. Например, у ежа с диаметром панциря 33 мм в возрасте 5 лет, на амбитусе расположена 9-я от ротового отверстия интерамбулакральная пластинка, а в возрасте 1 года амбитусной была 4-я пластинка, так как на ней соответствующая первому году жизни зона роста наибольшая (рис. 1). Таким образом, для определения размера пластинки, расположенной на амбитусе у ежа в возрасте 1 год необходимо измерение соответствующего годового кольца на 4-й пластинке. Так как пластинки между соседними рядами соединены между собой внахлест, для расчета периметра панциря промеры годовых колец роста проводились по наибольшей и

наименьшей длине пластинки в латеральном направлении: от переднего до заднего конца вдоль центральной оси пластины, (L1) и от переднего до заднего конца вдоль верхнего края пластины (L2) (рис. 2).

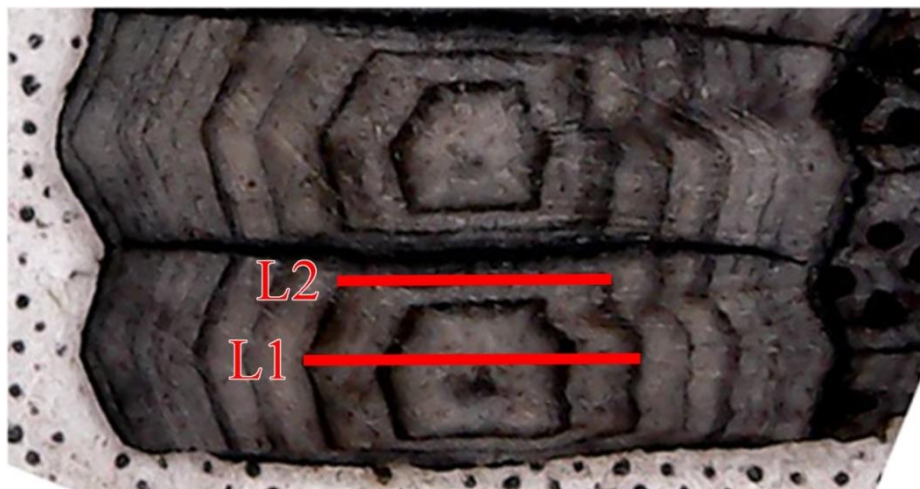


Рис. 2. Измерения зон роста на интерамбулакальных пластинках *S. intermedius* размером 34,5 мм в возрасте 7+.

Определение размеров амбулусной амбулакальной пластинки для каждого года жизни ежа путем прямого измерения зон роста, осложнено тем, что половина этой пластины перфорирована отверстиями для амбулакальных ножек и на перфорированной части зоны роста практически не различимы (рис. 3). Однако так как на гладкой половине амбулакальной пластины зоны роста представлены довольно четко можно восстановить размеры перфорированной части пластины по размерам гладкой. Для определения зависимости размеров перфорированной части пластинки от гладкой были собраны 200 экз. *S. intermedius* размером от 6 до 50 мм. Данная выборка случайным образом была разбита на две подвыборки – обучающую и контрольную по 100 экз. ежей в каждой. На основе первой подбирали параметры зависимости, вторая была использована для проверки качества модели. Промеры гладкой части амбулакальных пластин проводились от переднего выступающего края пластинки до начала зоны пористой части пластинки (примерно до первого отверстия амбулакальной ножки в нижней части пластинки) (M1) и также вдоль верхнего края пластинки (M2) (рис. 3).

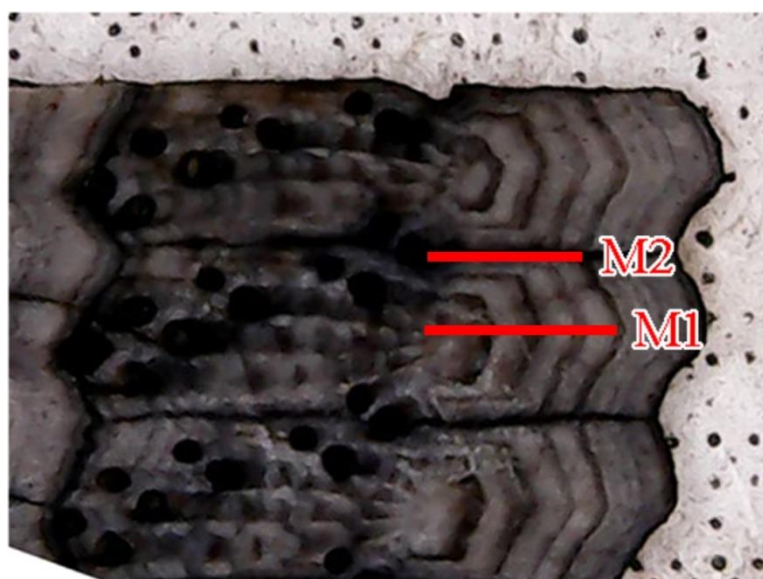
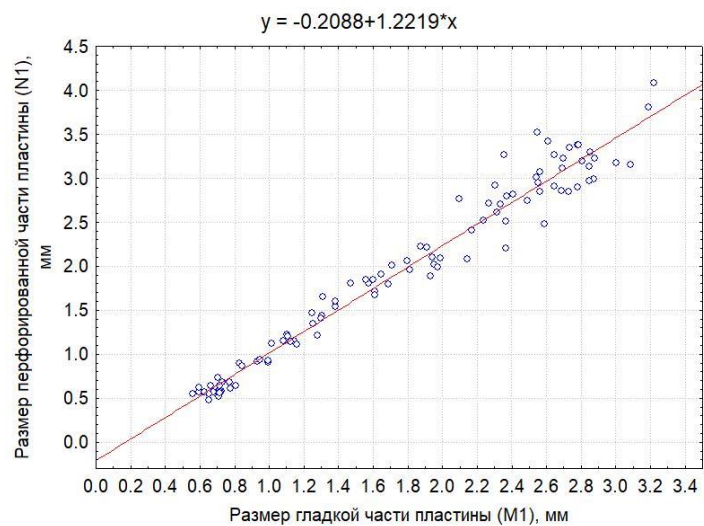


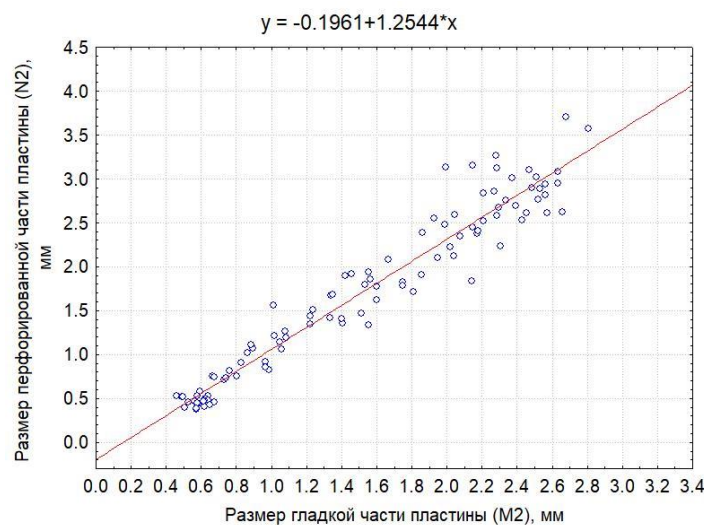
Рис. 3. Измерения зон роста на амбулакральных пластинках *S. intermedius* размером 34,5 мм в возрасте 7+.

Как видно из рис. 4 зависимость между размерами пористой и гладкой частей амбулакральной пластинки, построенной по общей обучающей выборке, довольно близка к прямолинейной (рис. 4). Однако, анализ соотношения между размерами гладкой и перфорированной частей пластинки разноразмерных особей показал, что у мелких ежей с диаметром панциря до 10 мм размеры гладкой части амбулакральной пластинки несколько больше, чем размеры перфорированной части, затем по мере роста пластины это соотношение меняется и у особей размером более 20 мм наоборот длина перфорированной части пластинки больше длины гладкой части (рис. 5).

Для учета возрастных изменений соотношения размеров разных частей амбулакральной пластинки были построены зависимости размеров перфорированной части пластинки от гладкой отдельно для разных размерных классов ежей: до 10 мм, от 10 до 20 мм, от 20 до 30 мм, от 30 до 40 мм и от 40 до 50 мм. Качество построенных моделей оценивалось по квадратному корню среднего квадрата невязок диаметров панцирей *S. intermedius*, полученному по контрольным выборкам. Сравнение результатов, полученных по общей модели и по моделям, построенным для каждого размерного диапазона приведены в таблице 1.



А



Б

Рис. 4. Зависимость между размерами гладкой и перфорированной частей амбуакральных пластинок, расположенной в зоне амбитуса у разноразмерных особей: А – по наибольшему промеру гладкой части пластинки (M1); Б – по наименьшему промеру гладкой части пластинки (M2).

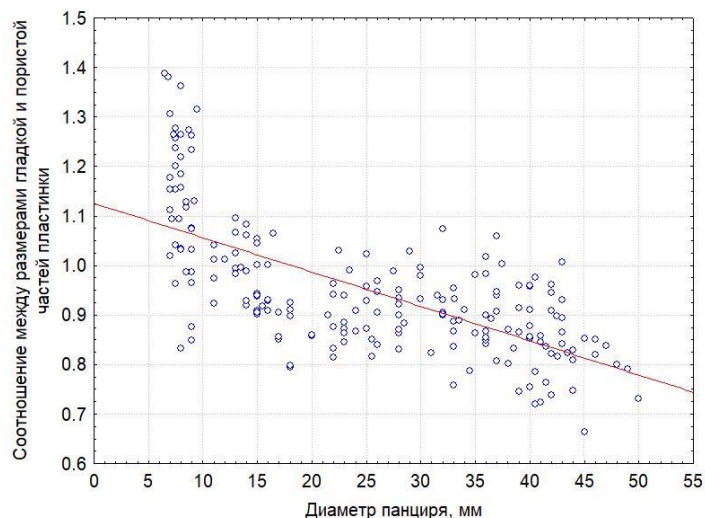


Рис. 5. Изменение соотношения между размерами гладкой и пористой частей амбуакральных пластинок *S. intermedius* с увеличением диаметра панцирей.

Таблица 1. Корень квадратный из среднего квадрата невязок диаметров панцирей в разных размерных классах серых морских ежей

| Формулы для расчета размеров перфорированной части амбуакральной пластинки по размерам гладкой | Корень квадратный из среднего квадрата невязок, мм* | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | <10 мм | 10-19 мм | 20-29 мм | 30-39 мм | 40-50 мм |
| По общей модели:
1. $N1 = -0,2088 + 1,2219 * L1$
2. $N2 = -0,1961 + 1,2544 * L2$ | <u>0,3</u>
0,004-0,87 | <u>0,58</u>
0,005-1,58 | <u>0,61</u>
0,01-1,74 | <u>0,82</u>
0,1-2,09 | <u>0,82</u>
0,05-2,65 |
| По моделям, построенным для каждого размерного класса:
1. $N1 = 0,3316 + 0,3808 * L1$
2. $N2 = 0,5378 - 0,1176 * L2$ | <u>0,34</u>
0,04-0,97 | | | | |
| 1. $N1 = -0,2936 + 1,32 * L1$
2. $N2 = -0,1 + 1,2042 * L2$ | | <u>0,53</u>
0,006-1,39 | | | |
| 1. $N1 = 0,8112 + 0,6346 * L1$
2. $N2 = 0,7167 + 0,6375 * L2$ | | | <u>0,67</u>
0,008-1,87 | | |
| 1. $N1 = 1,3032 + 0,5875 * L1$
2. $N2 = 1,19 + 0,5738 * L2$ | | | | <u>0,55</u>
0,02-1,19 | |
| 1. $N1 = 1,4859 + 0,6606 * L1$
2. $N2 = 2,3981 + 0,2757 * L2$ | | | | | <u>0,72</u>
0,007-2,75 |

Примечание: * Значения представлены в виде корня квадратного из среднего квадрата невязок (над чертой) и пределов изменчивости (под чертой)

Как видно из таблицы 1 разница между расчетными данными, полученными с использованием разных формул зависимости перфорированной части амбуакральной пластинки от гладкой и наблюдаемыми данными во всех размерных классах не превышает 1 мм, что учитывая погрешность измерений диаметра панциря штангенциркулем – 1 мм,

вполне допустимо. Различия результатов, полученных с использованием общей модели определения пористой части амбулакральной пластинки по размерам гладкой части и с использованием моделей построенных для каждого размерного диапазона незначительны, в связи с этим можно заключить, что для определения размеров пористой части пластинки вполне допустимо использовать общие формулы, построенные на основе общей выборки разновозрастных ежей.

Данные по групповому росту ежей, полученные с помощью методики ретроспективной оценки роста *S. intermedius* были сопоставлены с данными массовых промеров разновозрастных ежей (560 экз.). Как видно из рис. 6 средние размеры особей в каждом возрастном классе, полученные обоими методами практически совпадают.

Таким образом, можно заключить, что разработанная методика ретроспективной оценки роста может быть использована для исследования индивидуального роста *S. intermedius*.

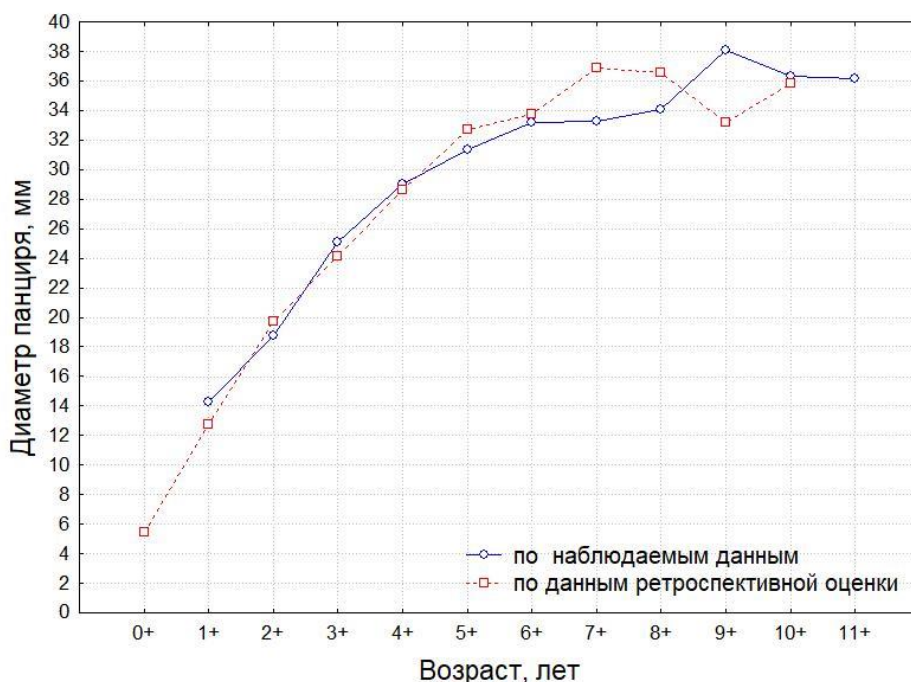


Рис. 6. Групповой рост *S. intermedius* у мыса Южный

Список литературы

- Викторовская Г.И., Матвеев В.И. 2000. Связь сроков размножения морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* с температурой воды у побережья Северного Приморья // Океанология 40 (1), 79-84.
- Крючкова Г.А. 1976. Морфология личиночного скелета морских ежей залива Восток Японского моря. Биол. моря 4, 45-54.
- Чалиенко М.О. 2018. Особенности группового роста серого морского ежа (*Strongylocentrotus intermedius*) у северо-западного побережья Японского моря. Изв. ТИНРО, 194, 3-17.
- Jensen M. 1969. Age determination of echinoids. Sarsia 37, 41-44.

Состояние нерестовых частей популяции осетровых рыб Волго-Каспийского рыбохозяйственного подрайона

В.А. Чаплыгин, И.Н. Лепилина

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань
e-mail: lepilina_irina@mail.ru

Ключевые слова: осетровые, нерестовые миграции, численность, биомасса запаса, искусственное воспроизводство.

Аннотация: В статье отражены результаты мониторинговых исследований нерестовой части популяции осетровых в р. Волге. Приводятся динамика численности, биомасса производителей осетровых и их биологические показатели.

Численность, запасы и биологические показатели популяции белуги, осетра, севрюги на акватории Каспийского моря продолжают снижаться и в XXI веке. Дефицит производителей, отвечающий рыбоводным показателям, ежегодно возрастал и с 2017 г. заготовка «диких» осетровых рыбоводными предприятиями Астраханской области не осуществляется. Получение рыбоводной продукции (икра, личинки, молодь) происходит в основном от «родителей», выращенных до полового созревания на рыбоводных комплексах и очень часто прижизненным методом получения икры, что дает возможность многократного использования самок. Наряду с искусственным воспроизводством по водотокам р. Волги скатываются личинки и молодь от естественного нереста, определяющим фактором которого является численность производителей осетровых, мигрирующих в нерестовую зону р. Волги.

Целью данной работы является оценка численности проходных осетровых, мигрирующих в р. Волга за многолетний период.

Материал и методы. Биологический материал в 1970–2000 гг. был собран на тоне «9-я Огневка», тоне «Чкаловская», с 2001 г. – на тоне «10-я Огневка», расположенных на основной миграционной трассе производителей осетровых из Северного Каспия и выше г. Астрахани на тонях «Мужичья» и «Балчуг». Показатель нерестовой миграции определен по относительным величинам вылова (за одно притонение закидного невода) производителей, мигрирующих на нерест. Сбор и статистическая обработка биологического материала осуществлены по методикам Правдина (1966), Плохинского (1970), Лакин (1990), Инструкции ... (2011).

Численность поколений производителей осетровых рассчитана биостатистическим методом (Державин, 1922) на основе данных промысловой статистики (до 2005 г.), а также естественного, искусственного воспроизводства и сведений об изменении возрастной структуры нерестовых частей популяций.

Численность, биомасса производителей осетровых определялись сотрудниками лаборатории осетровых рыб О.Л. Журавлевой, Л.А. Ивановой и Г.Ф. Довгопол, а также использованы литературные источники (Ходоревская и др., 2007).

Результаты. Снижение взрослой части популяций белуги, русского осетра, севрюги привело к сокращению промыслового и нерестового запасов этих видов в море, пополнение которых осуществлялось за счет естественного и искусственного воспроизводства.

Анализируя материалы по изменению запасов нерестовой части популяции белуги в р. Волге за 35-летний период, следует отметить, что численность ее до 1990 г. находилась на высоком уровне. Ежегодно в р. Волгу мигрировало белуги от 12,7 до 26,0 тыс. экз. (табл. 1). Снижение численности анадромных мигрантов началось с 1991 г., когда была нарушена система охраны рыбных запасов в Каспийском бассейне в связи с образованием независимых

государств. За период с 1986 по 1997 гг. численность пропущенных производителей белуги на нерестилища Волги сократилась с 2,6 тыс. экз. до 0,4 тыс. экз. (Власенко и др., 2013). Интенсивное незаконное изъятие половозрелых особей белуги в море привело к омоложению популяции и сокращению их возрастного ряда, но показатель вылова на усилие с 1981 по 1995 гг. оставался еще на уровне 0,33–0,39 экз./притонение (табл. 1).

Экономическая ситуация, сложившаяся в начале 90-х гг. оказала отрицательное воздействие на численность осетровых, обитающих на акватории пяти Прикаспийских государств. За период с 1991 по 1994 гг. численность белуги сократилась в 1,2 раза – с 10,9 до 8,9 млн экз., а в 2000 г. составила всего 5,0 млн экз. (Власенко и др., 2013). Уловы белуги на единицу промыслового усилия в р. Волге в 2003–2010 гг. составили 0,04 экз./притонение, в 2011–2018 гг. – 0,004 экз./притонение. При промысле речных и полупроходных рыб в р. Волге производители белуги в неводных уловах встречаются единично и не ежегодно. Скот личинок белуги с естественных нерестилищ не отмечается с 2009 г. (Власенко и др., 2019).

Таблица 1. Численность, биомасса и улов нерестовой части популяции белуги

| Показатели | 1961-1965 | 1966-1970 | 1971-1975 | 1976-1980 | 1981-1985 | 1986-1990 | 1991-1995 | 1996-1997 | 1998-2002 |
|-------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Численность нерестовой части популяции, тыс. экз. | 26,0 | 26,0 | 20,7 | 16,6 | 14,6 | 12,7 | 7,0 | 2,0 | 2,8 |
| Биомасса нерестовой части популяции, тыс. т | 2,6 | 2,6 | 2,0 | 1,6 | 1,0 | 0,8 | 0,5 | 0,2 | 0,28 |
| Улов на единицу промыслового усилия (срне), экз./притонение | - | - | - | - | 0,36 | 0,39 | 0,33 | 0,27 | 0,17 |

Примечание: Численность и биомасса нерестовой части популяции белуги по данным Ходоревской и др. (2007)

На Главном банке начало нерестового хода русского осетра отмечается в апреле. Величина вылова ярового осетра в последние 10–15 лет минимальна. Более массово нерестовый ход проходит в июле-августе. В водотоках р. Волги в уловах в основном отмечается озимая раса русского осетра, но и ее численность постоянно снижается. Улов на единицу промыслового усилия русского осетра с 1976 по 2018 гг. снизился в 85 раз (табл. 2). Запас нерестовой части популяции в настоящее время в 546 раз (по численности) и в 1130 раз (по биомассе) ниже средних показателей 1976–1980 гг. (табл. 2).

Таблица 2. Численность, биомасса и улов нерестовой части популяции русского осетра

| Показатели | 1976-1980 | 1981-1985 | 1986-1990 | 1991-1995 | 1996-2000 | 2001-2005 | 2006-2010 | 2011-2015 | 2015-2018 |
|---------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Численность нерестовой части популяции, тыс. экз. | 2743,0 | 1072,0 | 717,7 | 354,8 | 125,08 | 109,04 | 22,84 | 8,303 | 5,02 |
| Биомасса нерестовой | 45,2 | 21,4 | 16,2 | 7,0 | 1,66 | 1,33 | 0,23 | 0,08 | 0,04 |

| | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| части популяции, тыс. т | | | | | | | | | |
| Улов на единицу промыслового усилия (срне), экз./притонение | 25,6 | 21,4 | 17,4 | 12,6 | 7,6 | 7,8 | 1,2 | 0,4 | 0,3 |

Примечание: Численность и биомасса нерестовой части популяции русского осетра с 1976 по 1995 гг. по данным Р.П. Ходоревской и др. (2007)

Производители этого вида на т. «Балчуг» (последняя учетная точка перед нерестилищами) вылавливаются в единичных экземплярах. Естественный нерест производителей русского осетра и скат личинок отмечался до 2018 г. (Власенко и др., 2019). Сохранение популяции русского осетра, при сокращении ската личинок с естественных нерестилищ, происходит за счет искусственного воспроизводства и на более высоком уровне по сравнению с другими видами осетровых. За период с 2007 по 2012 гг. было выпущено более 192 млн экз., которые в настоящее время составляют пополнение популяции.

С начала строительства ОРЗ пополнение популяции севрюги, как и других осетровых, осуществляется за счет естественного и заводского воспроизводства, величина которого в начале 2000-х г. составляла 163,5 млн личинок с естественных нерестилищ и 17 млн искусственно выращенной молоди. Воспроизводство вида в современный период снизилось в десятки и сотни раз, в связи с чем в ближайшем будущем численность и запас севрюги будут снижены.

Улов на единицу промыслового усилия севрюги на тоневах участках с периода 1986-1990 гг. по 2015-2018 гг. сократился в 178 раз, численность нерестовой части популяции – в 238 раз (табл. 3). В 2011 г. и 2017 г. выпуск молоди севрюги ОРЗ не осуществлялся. Вылов для целей воспроизводства в 2015-2016 гг. составлял 130-20 кг соответственно, выпуск 0,22-0,1 млн экз., что не достаточно для поддержания численности вида.

Таблица 3. Численность, биомасса и улов нерестовой части популяции севрюги

| Показатели | 1976-1980 | 1981-1985 | 1986-1990 | 1991-1995 | 1996-2000 | 2001-2005 | 2006-2010 | 2011-2015 | 2015-2018 |
|-------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Численность нерестовой части популяции, тыс. экз. | 572,2 | 626,3 | 683,1 | 289,2 | 86,9 | 33,3 | 11,2 | 5,8 | 2,4 |
| Биомасса нерестовой части популяции, тыс. т | 5,1 | 5,1 | 5,9 | 2,9 | 0,62 | 0,21 | 0,05 | 0,03 | 0,01 |
| Улов на единицу промыслового усилия (срне), экз./притонение | 13,0 | 15,8 | 17,8 | 15,0 | 9,2 | 5,1 | 0,6 | 0,3 | 0,1 |

Примечание: Численность и биомасса нерестовой части популяции севрюги с 1976 по 1995 гг. по данным Ходоревской и др. (2007)

Немаловажное значение имеют и качественные характеристики нерестовых мигрантов. Возрастной состав и биологические показатели производителей с середины 2000-х годов значительно снизились. Средняя масса тела самок русского осетра в 2015-2018 гг.

составляла 13-19 кг (доля в улове 5-10%), самцов – 7-8 кг. В 1980–1990 гг. средняя масса самцов и самок превышала 19-22 кг. Средняя масса севрюги в этот же период варьировал от 7,8 до 9,3 кг, в настоящий период стабилизировалась на уровне 4,5 кг. Масса тела белуг, заготовленных для целей воспроизводства в 2016 г. варьировала от 60 до 152 кг.

Снижение численности нерестовой части популяции, а также биологических показателей сократило эффективность естественного воспроизводства осетровых рыб. Например, численность личинок русского осетра, скатившихся с нерестовых гряд в 2009-2012 гг. составляла в среднем 3,6 млн экз. в год (Власенко, 2017), что почти в 12 раз ниже средней величины за период 1990-1999 гг. (42,2 млн экз. в год).

Дефицит численности производителей, отвечающим рыбоводным требованиям, отразился и на объемах заводского воспроизводства. Количество молоди выращенной на рыбоводных предприятиях сократились с 75 млн экз. (1980-1990 гг.) до 33 млн экз. (2010-2018 гг.). Снижению объемов выпуска способствовало как сокращение численности производителей, изменение структуры популяции, т.е. сокращение яровых рас, на которых основывался процесс искусственного воспроизводства осетровых рыб, снижение биологических показателей и плодовитости. Поэтому рыбоводные заводы вынуждены были с 2004 г. использовать для воспроизводства не только производителей яровых, но и озимых рас, а в настоящее время – собственные маточные «стада».

Заключение. Несмотря на введенные в 2000 г. Российской Федерацией запретные меры на промышленное изъятие белуги и с 2005 г. на осетра и севрюгу в Волжско – Каспийском рыбохозяйственном бассейне численность нерестовых популяций снижается. Наблюдается изменение структуры популяций, отмечается омоложение в нерестовых частях популяций.

Основная причина сложного положения осетровых в современный период обусловлена незаконным изъятием их как в море, так и в реке, и низкой эффективностью воспроизводства. С учетом современных негативных факторов, влияющих на самовоспроизводство популяций осетровых и снижение промышленного разведения особенно севрюги и белуги, приведет к сокращению численности нерестовой популяции осетровых до минимальных величин в ближайшей перспективе.

Список литературы

Власенко А.Д., Васильева Т.В., Лепилина И.Н. 2013. Современное состояние и перспективы восстановления запасов белуги в Каспийском бассейне. Рыбное хозяйство. 6, 37-45.

Власенко С.А. 2017. Современное состояние естественного воспроизводства осетровых рыб в незарегулированной части Нижней Волги. Автореф. дис. ...канд. биол. наук. Новосибирск: ФГБОУ ВО Новосибирский гос. аграрный университет. 24 с.

Власенко С.А., Чавычалова Н.И., Фомин С.С. 2019. Состояние естественного воспроизводства осетровых в низовьях р. Волги Природные экосистемы Каспийского региона: прошлое, настоящее, будущее: Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 100-летию Астраханского государственного заповедника. Астрахань: изд-во «Мир», С.68-69.

Державин А.Н. 1922. Севрюга (*Acipenser stellatus* Pallas), биологический очерк Баку. 393 с.

Лакин Г.Ф. 1990. Учебное пособие для биол. спец. вузов, 4 –е изд., перераб. и доп. Изд-во «Высшая школа», 352 с.

Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейнов и среды их обитания. 2011. Астрахань, Изд-во КаспНИРХ, 233 с.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб, М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 376 с.

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

Ходоревская Р.П., Рубан Г.И., Павлов Д.С. 2007. Поведение, миграции, распределение и запасы осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна. М.: Изд-во «Товарищество научных изданий КМК», 242 с.

Обзор основных исследований малых водоёмов в СССР

А.В. Черенков, Н.И. Кочетков, П.Ю. Татаренко, А.К. Пономарев

МГУТУ имени К. Г. Разумовского (ПКУ), г. Москва
e-mail: samatrixs@gamil.com

Ключевые слова: малые водоемы, СССР, лимнология, экология водной среды, водные биоресурсы.

Аннотация: В данной работе разобраны основные гидробиологические и экологические исследования, посвящённые малым водоемам в СССР за период с 1960 по 1991. Выявлены тенденции и основные этапы развития.

Введение. Исследованию малых водоемов в отечественной науке в настоящее время не уделяется достаточно внимания. На западе, в свою очередь, существует программа LIMPAC (Human Impact on Lake Ecosystems), в которой большое значение отводится исследованиям малых озёр, как индикаторов возможных изменений климата и окружающей среды (Battarbee, Bennion, 2011). Для разработки такой комплексной и междисциплинарной программы иностранные ученые затратили массу времени, заложив ее основы в 80-х годах. В этой связи встает вопрос разработки аналогичной программы для современной России. Для решения данной задачи в сжатые сроки и пригодности результатов для большей части нашей страны необходимо обратиться к опыту советского периода.

Данная работа призвана проанализировать развитие исследований малых водоемов в нашей стране за советский период, их направления и основные тенденции. С конца 50-х годов интерес ученых к исследованию водоемов не только с точки зрения развития хозяйственного потенциала, но и с целью рационального использования природных ресурсов, значительно увеличился. Это, в большей степени, связано с принятием в 1960 году закона: «Об охране природы в РСФСР». Уже в середине XX века для теоретической и практической разработки вопросов охраны окружающей среды начали создаваться научно-исследовательские институты, лаборатории, научные комиссии, природоохранная тематика оформилась в дисциплину и ее начали преподавать в вузах (Шмыглева А.В., 2016).

В связи с этим, все научные работы, рассмотренные в данном исследовании, были изданы после 1960 года, так как именно в этот период работы, направленные на экологию, получили основное развитие.

Исходя из всего вышесказанного, была поставлена **цель работы:** проанализировать развитие научных работ на тему малых водоемов за период с 1960 по 1991 года. При этом основной акцент будет сделан на работах, направленных на экологический и биологический аспекты, однако для полноты дискурса будут упомянуты гидрологические и гидротехнические исследования.

Результаты и обсуждение. Для начала стоит определиться с тем, что советские исследователи понимали под термином «малый водоем». К тому же необходимо различать искусственные и естественные малые водоемы. До 70-х годов не было закрепленной классификации размерности водоемов и у разных авторов она была различной, так в книге «Антропогенное воздействие на озера» в статье посвящённой пятилеткам 1966-1970 и 1971-1975 годов он говорит о том, что к малым естественным водоемам относятся водные объекты с площадью поверхности до 50 км². Однако уже в книге 80 года «Антропогенное воздействие на малые озера» автор указывает, что малые водоёмы имеют площадь водного зеркала до 10 км² (Воронцов, Харитонов, 1977). Данная классификация сохранилась и по сей день. Однако до принятия ГОСТ 17.1.1.02-77, в науке присутствовали определенные разногласия относительно определения термина «малые водоемы». Классификацию искусственных малых водоемов приводит в своей книге Г. В. Лопатин: так, малые водоемы –

это водоемы – по площади зеркала от 0,3-0,4 до 5 км², по глубине от 1-2 до 4-5 метров, а к прудам относятся водоемы – по площади зеркала меньше 0,3-0,4 км², и глубиной меньше 1-3 метров (Лопатин, 1965).

Так же нужно более подробно остановиться на законодательных актах того времени, ведь именно они во многом стали катализатором исследований касательно проблем экологической обстановки в стране и методов их решения. Так, в законе об охране природы 1960 года “Об охране живой природы”, охране вод посвящалась статья под номером четыре. В ней закреплялись очевидные на данный момент вещи: «Поверхностные и подземные воды подлежат охране от истощения, загрязнения и засорения, а также регулированию режима», а также еще ряд уточняющих пунктов. Стоит также упомянуть о постановлении совета министров СССР от 1958 года: «О воспроизводстве и об охране рыбных запасов во внутренних водоемах СССР» “ по данным Постановление Совмина СССР от 15.09.1958 N 1045 (ред. от 12.06.1987) "О воспроизводстве и об охране рыбных запасов во внутренних водоемах СССР" (вместе с "Положением об охране рыбных запасов и о регулировании рыболовства в водоемах СССР)". Упоминание этого постановления важно в виду активного развития рыборазведения в малых водоемах (Тажибаев, Литовченко, 1960). Появление в 1977 году ГОСТ’а по классификации водных объектов , закрепило на законодательном уровне термин «малый водный объект» и «малый водоток» “по данным ГОСТ 17.1.1.02-77 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Классификация водных объектов (с Изменением N 1)”.

В начале 60-х большая часть научных работ по малым водоемам все еще проводились для того, чтобы их можно было эффективней использовать в народном хозяйстве. Однако в книге , указывается, что вопрос об охране и рациональном использовании малых водоёмов впервые был поднят на Междудементальном совещании по малым водоёмам СССР, созванном по инициативе Лаборатории озераведения АН СССР. Впервые на таком масштабном уровне изучается важность малых водоёмов для экономики СССР, а также проблемы загрязнения, заиления, особенности гидрохимического режима, гидробиологическая характеристика и другие проблемы.

Для примера обратимся к работе С.В. Литовченко «Значение малых водоёмов в народном хозяйстве Украинской ССР и перспективы их дальнейшего строительства», где указывается, что в Украинской ССР имеется 26 441 пруд с общей площадью водного зеркала 134 312 га. По подсчетам автора большая часть искусственных водоёмов (46%) использовалась под рыбное хозяйство, другая же использовалась для орошения, водоснабжения, энергетики, птицеводства и комплексного использования. Так же автор указывает то, что, несмотря на возможности повышения рыбопродуктивности прудов, только 50% водоёмов зарыбляются, остальные же находятся в запущенном состоянии: «пруды интенсивно заиливаются, заболачиваются и становятся непригодными для рыбного хозяйства».

Это лишь часть работ на данную тематику. В книге представлено еще несколько работ, однако их описание займет слишком много места и не изменит взгляд на малые водоемы в целом, так как описанное в них достаточно схоже с тем, что писали в своих работах Драчинкий и Тажибаев (Воронков, 1961).

Из двух примеров, представленных выше, видно, что уже на конец 50-х, начало 60-х малые водоемы в СССР были активно вовлечены в народное хозяйство, им нашлось применение практически во всех сферах. Однако, уже на то время, с ними был сопряжен определенный спектр проблем, решение которых помогло бы увеличить эффективность использования малых водоемов и предотвратить утрату природного капитала, связанного с их загрязнением.

В продолжение темы использования малых водоемов в народном хозяйстве необходимо упомянуть о книге «Водный баланс и заиление малых водохранилищ, и заиление малых водохранилищ черноземного центра РСФСР». Это сборник статей, который включает в себя исследование Лаборатории озераведения СССР за 56-62 года. В вводной статье по авторством Г.В. Лопатина, приводится список сфер народного хозяйства, в

которых оценивается применение малых водоемов, тах как орошение, рыборазведение, животноводство и птицеводство.

Лопатин считает важным, что малые водоемы играют важную роль в увлажнении территорий. Водохранилища регулируют поверхностный сток воды, переводя часть поверхностного стока в подземный, тем самым увлажняя почвы и улучшая климатические условия. Так же, подводя итоги, он говорит, что, строительство малых водохранилищ и прудов очень позитивно сказывается на народном хозяйстве и на удовлетворении насущных потребностей промышленности и населения (Лопатин, 1965).

Большинство работ в этой книге посвящены состоянию на тот момент малых водохранилищ и прудов лесостепных зон, эрозии рек, появлению наносов и заилению малых водоемов и водохранилищ и методов борьбы с ними.

В целом, пример Украинской ССР, а также собрание работ 1956-1962, и, в частности, Г.Н. Лопатина, дают практически полную картину состояния малых водоемов на большей части территорий Советского союза. Проанализировав эти труды можно прийти к выводу, что малая продуктивность и загрязнённость повлекли за собой спектр исследований, направленных на анализ проблем водоёмов и поиск путей их решения.

Особое внимание стоит уделить развитию лимнологии, применительно к малым водоёмам. Так, в книге «Лимнологические типы озер СССР», 61 года издания, автор говорит, что СССР страна с исключительным озерным богатством, только озер площадью меньше 0,1 км к 61 году учтено 35000, это еще раз подтверждает тезис о важности малых водоемов в хозяйстве. Именно появление полноценной классификации озер мешает появлению обобщающих работ по лимнологии. Так же в данной книге упоминается множество ученых лимнологов, которые активно двигали науку об озерах. О том, что озера играют важную роль в экономике страны, автору известно

Разработка универсальной классификации озер для такой по размеру страны, как СССР невозможна, поэтому автор предлагает разделить государство на районы по гидрохимическим, почвенным и ландшафтным зонам. А уже после разработать применительно к ним региональные лимнологические классификации.

В основу своей классификации автор рассматривает исследования 80 озёр, а также анализ иностранных и отечественных источников. И. В. Баранов выдвигает предположение, что озера средних и южных широт окружённые плодородными почвами, будут сильно обогащены биогенными веществами.

В выводах автор дает не окончательную классификацию озер, говоря от том, что необходимы дальнейшие исследования. Классификация строится на основе трех факторов: морфологически, термических и гидрохимических. Всего представлено 21 тип озер (Баранов, 1962).

Классификация озер в лимнологии продолжала развиваться, уже в 67 году выходит книга «Типология озер», однако в данной работе автор акцентирует внимание на антропогенном изменении озер в СССР, не малый интерес к этому вопросу до его публикации. Он акцентирует внимание на том, что в связи с резким увеличением химического производства и в целом сельского хозяйства, этот вопрос требует к себе пристального внимания. Как и в предыдущей книге, автор активно ссылается на иностранные источники и призывает своих коллег использовать опыт ученых Европы и Соединённых штатов для более эффективного исследования проблем малых водоемов.

Упоминается о слабой изученности, в лимнологическом плане, тундры, как географической зоны. Ставится вопрос об активном изучении таких озер и выделении их в отдельную группу, в следствие особенностей климатического рельефа, почвенного растительного и внутривидового распределении, солнечной радиации.

В этой же книге приводится статья Л.Л. Россоломо «Необратимые типологические изменения озер культурных ландшафтов». В ней автор говорит о том, что основная классификация озер «на основе трофности» была разработана из-за необходимости решения практических задач рыбохозяйственного использования озер. А, так как антропогенное воздействие может спровоцировать изменение трофности, и как следствие смену типа озера.

Автор указывает основной угрозой озёр антропогенное воздействие и предлагает ряд мер для улучшения ситуации. Стоит отметить, что автор пишет про озера всех типов, однако множество иностранных источников, которые он привел, основывали свои исследования именно на малых водоемах.

Далее в книге приводится работа Т.Н. Покровской и Л.Н. Россолимо под названием «Черты эвтрофирования озера Селигер». В статье авторы говорят о усилении признаков эвтрофирования, однако на данном водном объекте оно происходит скачкообразно и очень медленно. Так же автор заключает: «имеющихся наблюдений недостаточно для точной оценки характера и темпа развития процесса эвтрофирования».

Вторая часть книги посвящена проблеме малочисленности озер тундровой зоны. Об этой проблеме пишут Н.Я. Миронов и Т.Н. Покровская в своей работе «Лимнологические исследования в западной части большеземельской тундры». Авторы утверждают, что большая часть озер данной территории является небольшими и относительно неглубокими, рассеянными по всему крайнему северу. Их не изученность обусловлена их труднодоступностью, однако есть ряд работ в частности М.В. Геуена, О.С. Зверевой и В.К. Изъюровой, посвящённых исследованию Вашкутинских озер и выявивших богатое видовое разнообразие и большое количество организмов на литр. Малая исследованность этих озер ведет за собой проблемы в типизации всех озер равнинной части СССР. Исследование посвящено 4 озерам, не имеющим названия. Авторы заключают, что все озера отличаются по видовому составу донной фауны. Однако было отмечено совпадение видового состава фитопланктона во всех четырёх водоёмах (Россолимо, 1967).

В основном исследования, проводимые касательно малых водоёмов, до 80-х годов, заключались в оценке масштабов загрязнений и экологических проблем, возникших вследствие недалёковидной, в отношении рационального использования ресурсов, промышленной и аграрной деятельности государства в период индустриализации. Надо полагать, что именно под весом этих исследований в СССР был принят закон 1980 года «Об охране и использовании животного мира», где устанавливается государственная принадлежность животного мира, устанавливаются правила пользования животным миром, и указывается важность охраны живой природы «по данным закона об охране и использовании животного мира» (с изм. и доп., внесенными Указом Президиума ВС СССР от 08.06.1984 - Ведомости ВС СССР, (1984), N 24, ст. 422). Этот закон спровоцировал огромное количество исследований малых водоёмов по всему союзу. Например, в исследовании Ирины Мыслевиц, члена института озероведения Белгосуниверситета им. В.И.Ленина, был произведён подробный анализ состояния малых водоёмов Белоруссии и предложены принципы охраны и рационального использования этих водоёмов. Эти принципы были использованы, например, при разработке проекта Братиславской зоны отдыха Белорусским научно-исследовательским институтом проектирования градостроительства, а также при разработки ландшафтного заказника «Межозёрный» «по данным Мыслевиц А.И. Оценка природных ресурсов малых озер Белоруссии и принципы их охраны: (На прим. Бреслав. озер. группы). Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. геогр. наук. (11.00.11). - Л., 1982). - 18 с., схем».

Достаточно крупное исследование было проведено Муртузаевым Уктамом Исмамовичем. Он впервые в СССР обратил внимание на проблему малоизученности малых водоемов в аридной зоне, а именно в зоне пустынь и полупустынь, на примере Таджикистанской ССР. Уктам Исмамович привязывает свою работу к Пленуму ЦК КПСС 1984 года «О долговременной программе мелиорации, повышении эффективности использования мелиорационных земель в целях устойчивого наращивания продовольственного фонда страны», именно в этом ключе, по его мнению, приобретают значения исследования изменений и эксплуатации искусственных водохранилищ. Производится расчёт возможности использования малых водоёмов пустынь для хозяйственных нужд, исследованы их изменения под воздействием заиления и пересыхания, а также исследованы генетический, химический и солевой состав вод, а также пригодность водоёмов для орошения. В исследованиях была использована ЭВМ ЕС-1020, что ускорило

проведения исследования подобного масштаба. Автор выделяет типы водохранилищ, делит их по типам питания, говорит о их влиянии на природу. Во второй главе автор анализирует донные отложения малых водоёмов и их влияния на эксплуатацию. Третья же глава посвящена хозяйственному использованию природных ресурсов водохранилищ. Автор говорит о важности эксплуатации водохранилищ по диспетчерским графикам, учитывая нужды отраслей хозяйства (Муртазаев, 1987).

Заключение. Исходя из всего вышеперечисленного, можно сделать вывод, что до 1960-х годов исследователи не уделяли большого внимания малым водоёмам, однако, уже на то время они были задействованы в экономике страны. Развитие экологического подхода к малым водоемам было спровоцировано целым рядом исследователей, таких как Ю.В. Литовченко, П.П. Воронкова, Д.А. Радзимовского, И.Я. Дегопика, П.И. Лубянова и многих других. Ими было проанализировано состояние малых водоёмов и сделаны прогнозы, которые предвещали ухудшения их состояния. Выяснилось, что огромное количество малых водоёмов, имеющих сельскохозяйственное значение заилены и загрязнены, а производство продукции этих водоёмов значительно ниже возможного, что побудило исследователей искать методы улучшения данной ситуации. Получившиеся исследования выявили огромное антропогенное влияние на экосистемы водоёмов, и оказались главной угрозой для них. Всё это вылилось в принятие в 1980 году закона «Об охране и использовании животного мира», где официально была постановлена важность защиты окружающей среды, в том числе и малых водоёмов, а также указаны правила их пользования. С этого момента большая часть исследований малых водоёмов проводится не только через призму хозяйственных нужд, а также с целью рационального их использования ресурсов. В целом советская наука оставила огромное количество трудов, посвящённых малым водным объектам, описав их с разных сторон. Именно исследования, описанные в данной работе, должны лечь в основу разработки программы подобной ЛИМРАС.

Авторы данной статьи понимают, что охватили далеко не весь список работ посвящённых малым водоемам за период СССР, однако те книги и статьи, которые были представлены в данной работе дают практически полную оценку этапов развития исследований малых водоёмов с 1960-х до распада Советского Союза.

Список литературы

См. Закон российской советской федеративной социалистической республики «Об охране природы в РСФСР».

Battarbee R.W., Bennion H. 2011. Palaeolimnology and its developing role in assessing the history and extent of human impact on lake ecosystems. *Journal of Paleolimnology* 45(4), 399-404.

Антропогенное воздействие на малые озера. Л., Наука. 1980.

Баранов И.В. 1962. Лимнологические типы озёр СССР. Л., 276 с.

Вайнер (Уинер) Д.Р. 1991. Экология в Советской России: пер. с англ. /послесл. и ред. Ф. Р. Штильмарка. М.

Воронков П.П. 1961. Особенности формирования химического состава воды малых водоемов. Малые водоемы равнинных областей СССР и их использование. М.-Л., Изд-во АН СССР, 217-223.

Воронцов А.И., Харитоновна Н.З. 1977. Охрана природы. М..

ГОСТ 17.1.1.02-77 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Классификация водных объектов (с Изменением N 1).

Лопатин Г.В. 1965. Малые водохранилища и пруды Центрально-черноземных областей Текст. Водный баланс и заиление малых водохранилищ Черноземного центра РСФСР. М.; Л., 4-13.

Муртазаев У.И. 1987. Особенности развития природы малых водохранилищ в аридных условиях: (На прим. Таджикистана): Автореф. дис. на со-иск. учен. степ. канд. геогр. наук: (11.00.01). Белорус. гос. ун-т 3103-6 им. В. И. Ленина. Минск, 19 с.

Мысливец А.И. 1982. Оценка природных ресурсов малых озер Белоруссии и принципы их охраны: (На прим. Бреслав. озер. группы). Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. геогр. наук. (11.00.11). Л., 18 с.

Остапова Э.М. 1966. Сток наносов и заиление малых водохранилищ Текст. / Э.М. Остапова. Ресурсы поверхностных вод СССР. Л. 13(1), 146 с.

Постановление Совмина СССР от 15.09.1958 N 1045 (ред. от 12.06.1987) "О воспроизводстве и об охране рыбных запасов во внутренних водоемах СССР" (вместе с "Положением об охране рыбных запасов и о регулировании рыболовства в водоемах СССР")

Россолимо Л.Л. 1967. Типология озер: изменение режима озер, культурных ландшафтов, типологическая характеристика тундровых озер. М.: Наука, 172 с.

Союз советских социалистических республик «Закон об охране и использовании животного мира» (с изм. и доп., внесенными Указом Президиума ВС СССР от 08.06.1984 - Ведомости ВС СССР, 1984, N 24, ст. 422).

Шмыглева А.В. 2016. Природоохранная политика Советского государства: основные этапы формирования и механизм реализации //1917 год в России: социалистическая идея, революционная мифология и практика. Екатеринбург, 159-171.

Использование двустворчатых моллюсков дрейссены (*Dreissena polymorpha*) для получения функционального продукта

С.Л. Чернявская

Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), г. Ростов-на-Дону
e-mail: sveta.kerch@mail.ru

Ключевые слова: ферментализ, суточная потребность, солод, кукуруза, скор, аминокислотная сбалансированность, КРАС, биологическая ценность, железо, витамин В₂.

Аннотация: Представлены данные об аминокислотной сбалансированности белков, содержании минеральных элементов и витамина В₂ в пищевом продукте из дрейссены, полученном путем ферментации с целью накопления в своем составе естественных функциональных пищевых ингредиентов. Употребление одной порции разработанных ферментализатов из дрейссены позволяет удовлетворить более 15% суточной потребности в натрии, фосфоре, йоде, железе, марганце, меди и витамине В₂, что позволяет классифицировать данные ферментализаты как натуральные функциональные пищевые продукты.

Развитие пищевой индустрии и технологий приводят к тому, что современные продукты питания изменяются. Это проявляется как в удалении из продуктов важнейших для человека нутриентов в результате различного рода очистки и рафинирования, так и приобретении «новых» компонентов – консервантов, искусственных ароматизаторов, красителей, стабилизаторов, загустителей, эмульгаторов, заменителей белков, жиров, углеводов, синтетических витаминов и минеральных компонентов в виде соединений, практически не усваиваемых организмом и т.д. (Крючкова и др., 2013). Алиментарный фактор в сочетании с экологическим, современный образ жизни приводят к развитию многих заболеваний.

Поэтому сегодня назрела острая необходимость поиска альтернативных путей, позволяющих обеспечить здоровое питание, решить проблему оптимизации питания, сохранения здоровья и продления жизни людей (Крючкова и др., 2013).

Главным из таких направлений является концепция «функционального питания», затрагивающая многие фундаментальные и прикладные аспекты здоровья человека, медицины и нутрициологии.

По классификации ГОСТ Р 52349-2005 к функциональным пищевым продуктам относят специальные пищевые продукты, предназначенные для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, обладающие научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижающие риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающие дефицит или восполняющие имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ, сохраняющие и улучшающие здоровье за счет наличия в его составе функциональных пищевых ингредиентов.

Натуральный функциональный пищевой продукт – это функциональный пищевой продукт, употребляемый в пищу в переработанном виде, содержащий в своем составе естественные функциональные пищевые ингредиенты исходного растительного и (или) животного сырья в количестве, составляющем в одной порции продукта не менее 15% от суточной потребности. К таким продуктам относятся продукты, изготовленные из природного растительного и (или) животного сырья путем его ферментации в целях накопления в составе конечного продукта естественных функциональных пищевых ингредиентов (ГОСТ Р 52349-2005).

Для получения ферментоллизата использовали пресноводные двусторчатые моллюски дрейссена *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), заготовленные в июле 2019 г. на Кочетовском гидроузле Ростовской области.

Ферментоллизаты из дрейссены получали по разработанной ранее технологии (Чернявская и др., 2019а; Чернявская и др., 2019б): дрейссену размораживали на воздухе, мыли, измельчали со створками, заливали водой при гидромодуле 1:0,75/1:1 (с экстрактом солода/с кукурузой) и прогревали при температуре 60 °С в течение 30 мин при перемешивании. Для приготовления ферментоллизата с солодом вливали его экстракт и ферментировали 40 мин, далее с ферментным препаратом протозим (в количестве 0,1 % от массы дрейссены) при 50 °С в течение 2 ч. Для приготовления ферментоллизата с кукурузой на стадии прогрева добавляли дробленую кукурузу (2,5 % от массы дрейссены), а затем ферментные препараты протозим (0,1% от массы дрейссены), амилоризин и целлюлаза ультра (0,04% и 0,02% от массы кукурузы соответственно) и ферментировали при 50 °С в течение 2 ч. Створки удаляли, инактивировали ферменты кипячением ферментоллизата в течение 10 мин. Охлаждали ферментоллизат и выдерживали его для настаивания в течение 15-17 ч при температуре 4 ± 2 °С. Плотный остаток отделяли центрифугированием в течение 15 мин при 2000 об/мин. Ферментоллизат упаривали в вакуум-выпарном аппарате примерно в 40 раз. Выход ферментоллизатов (с содержанием сухих веществ около 30 %) составил в среднем 3,7% от массы замороженной дрейссены.

Ферментоллизаты представляют собой густую жидкость темно-коричневого цвета, с нерезким специфическим запахом дрейссены, с оттенками грибного/микробиологического, во вкусе ощущается легкая горчинка, которая быстро проходит, с привкусом моллюсков/морепродуктов.

По химическому составу ферментоллизаты представляют собой белково-углеводный нежирный продукт (содержание белка на уровне 25%, углеводов 10-15%, жира 1%, при содержании сухих веществ 50%).

Поскольку биологическая ценность продуктов определяется не только количеством белка, но и качеством белковых компонентов, оценивали аминокислотную сбалансированность полученных ферментоллизатов по комплексу показателей (Надточий, Орлова, 2015): аминокислотный скор, коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС), биологическая ценность (БЦ), коэффициент рациональности аминокислотного состава (Rp), показатель сопоставимой избыточности содержания незаменимых аминокислот (G) (табл. 1, 2).

Таблица 1. Аминокислотный скор белков ферментоллизатов

| Наименование аминокислоты | Идеальный белок по рекомендации ФАО/ВОЗ 2011 г, г/100 г белка | Аминокислотный скор ферментоллизата, % | | |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|--------------------|
| | | из дрейссены с солодом | из дрейссены с кукурузой | из мидий с солодом |
| Лизин | 4,8 | 160,09 | 137,56 | 220,75 |
| Фенилаланин+тирозин | 4,1 | 98,04 | 113,87 | 388,04 |
| Лейцин+изолейцин | 9,1 | 169,54 | 137,05 | 239,03 |
| Метионин | 2,3* | 143,92 | 107,29 | 276,96 |
| Валин | 4,0 | 150,73 | 115,05 | 264,13 |
| Треонин | 2,5 | 222,26 | 213,42 | 410,17 |

* Сумма метионина и цистина

Аминокислотный скор, который представляет собой отношение фактического количества незаменимых аминокислот (НАК) к их содержанию в эталонном белке ФАО/ВОЗ, для суммы аминокислот фенилаланин и тирозин в образце из дрейссены с

солодом составил менее 100%. В образце из дрейссены с кукурузой лимитирующих аминокислот нет. Для сравнения представлен скор белково-углеводного концентрата радиозащитного действия, изготовленного из мидий по запатентованной технологии и прошедшего медико-клинические испытания (под радиозащитным действием подразумевается наличие у препарата комплекса свойств – антиоксидантных, антианемических, комплексообразующих, иммуностимулирующих, антитоксических) (Губанова и др., 1995а; Губанова и др., 1995б; Симонова и др., 1995).

Таблица 2. Показатели аминокислотной сбалансированности белков ферментоллизатов

| Наименование показателя | Эталон | Ферментоллизат | | |
|---------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------|--------------------------|--------------------|
| | | из дрейссены с солодом | из дрейссены с кукурузой | из мидий с солодом |
| Коэффициент различия аминокислотного сора КРАС, % | 0 | 59,39 | 30,08 | 79,09 |
| Показатель сопоставимой избыточности содержания незаменимых аминокислот G | 0 | 0,16 | 0,07 | 0,07 |
| Биологическая ценность БЦ, % | 100 | 40,61 | 69,92 | 20,91 |
| Коэффициент рациональности аминокислотного состава Rp | 1 | 0,63 | 0,80 | 0,78 |

Хотя в образце из мидий скор более 200%, эти НАК отличаются избыточным их количеством, не используемым на пластические нужды (КРАС составляет 79,09%), как и в образце из дрейссены с солодом (КРАС – 59,39%), в отличие от ферментоллизата из дрейссены с кукурузой (КРАС – 30,08 %).

Показатель G указывает, что в образце ферментоллизата из дрейссены с солодом суммарная масса НАК, не используемых (из-за несбалансированности аминокислотного состава) на анаболические нужды в таком количестве белка оцениваемого продукта, которое по содержанию потенциально утилизируемых НАК эквивалентно их количеству в 100 г эталонного белка, больше, чем других образцах (0,16 против 0,07).

Лучшие показатели аминокислотной сбалансированности по всем показателям имеет ферментоллизат из дрейссены с кукурузой и характеризуется большими значениями БЦ по сравнению с другими образцами (69,92% против 40,61 и 20,91%) и Rp, который показывает сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к физиологически необходимой норме-эталону (0,80 против 0,63 и 0,78).

Содержание таких минеральных элементов, как натрий, фосфор, йод, железо, марганец и медь, а также витамина В₂ в одной порции (столовой ложке – 19 г) ферментоллизатов из дрейссены превышает 15% суточной потребности, что позволяет классифицировать данные ферментоллизаты как натуральные функциональные пищевые продукты.

Содержание токсичных элементов, хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов, а также микробиологические показатели безопасности ферментоллизатов не превышают установленных норм.

Таким образом, проведенными исследованиями показана целесообразность использования дрейссены для производства натуральных функциональных пищевых продуктов.

Список литературы

ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200039951> (дата обращения: 14.10.2019).

Губанова А.Г., Битютская О.Е., Борисова Л.П., Даценко З.М., Полищук Л.Я., Салахова Н.И., Христоферзен Г.С., Налесная Т.В., Пушкарь С.Н. 1995а. К вопросу о биохимическом составе биопрепаратов из мидии и рапаны. Труды Южного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии 41, 165-170.

Губанова А.Г., Полищук Л.Я., Борисова Л.П., Битютская О.Е., Налесная Т.В., Салахова Н.И., Гаврилова В.А., Акселева Е.В., Христоферзен Г.С., Михайлов В.В. 1995б. Новый лечебно-профилактический препарат радиозащитного действия — белковоуглеводный концентрат мидийный (БУК-М). Труды Южного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии 41, 183-184.

Крючкова В.В., Евдокимов И.А., Контарева В.Ю. 2013. Функциональные продукты — питание будущего //международная научно-практическая конференция «Инновационные пути развития аПК: проблемы и перспективы». пос. Персиановский: ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет», 125-132.

Надточий Л.А., Орлова О.Ю. 2015. Инновации в биотехнологии. Ч. 2. Пищевая комбинаторика. СПб.: Изд-во «Университет ИТМО», 37 с.

Симонова Л.И., Абрамова Л.П., Пушкарь С.Н., Губанова А.Г., Битютская О.Е., Полищук Л.Я., Демьянова Н.И. 1995. Радиозащитное действие биопрепаратов из мидий и рапаны. Труды Южного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии 41, 171-178.

Чернявская С.Л., Есина Л.М., Кривонос О.Н., Богомолова В.В. 2019а. Получение ферментолита из пресноводного моллюска дрейссены (*dreissena polymorpha*). Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство 2, 101-111.

Чернявская С.Л., Есина Л.М., Кривонос О.Н., Горбенко Л.А. 2019б. Получение ферментолита дрейссены на опытно-промышленной линии. Водные биоресурсы и среда обитания 2(2), 75-79.

Об условиях размножения осетровых реки Урал

Г.М. Шалгимбаева¹, Н.С. Мюге², Е.В. Микодина², А.А. Волков²

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства»

²ФГБНУ «ВНИРО»

e-mail: shalgimbayeva@mail.ru

Ключевые слова: осетровые, нерестилища, нерестовый субстрат.

Аннотация: Нестабильный гидрологический режим в реке Урал с колебаниями уровня воды (1,5-2,5 м), скоростями течения 0,5-1,3 м/с на поверхности и 0,2-0,6 м/с в придонных слоях и значительными падениями среднегодового стока р. Урал (с 11,4 до 3,5 км³) привели за последние десятилетия к заиливанию нерестилищ, изменению их положения относительно основного водотока реки, зарастанию береговых нерестилищ с гравийно-галечными-песчаными грунтами в итоге из 68 нерестилищ от расположенных от п. Кушум (798 км от устья реки) Западно-Казахстанской области до г. Атырау (70 км от устья реки) нерестовый субстрат сохранился на шести участках расположенных в верхней и нижней нерестовой зоне это Найденовское, Нижне-Барбастовское, Яблонево, Политовское, Индерское и Яманхалинское нерестилища. В итоге к 2016 г. общая площадь мест нереста осетровых рыб в нижнем течении р. Урал составила 198,0 га. За почти 50-летний период со времени их первого изучения в 1968 г. она сократилась в 8 раз.

В настоящее время основные усилия по поддержанию численности осетровых рыб семейства Acipenseridae в Каспийском бассейне в значительной мере направлены на пополнение заводской молодью, выращенной на осетровых рыбоводных заводах. Такой молоди сложнее адаптироваться и выживать в окружающей среде по сравнению с дикими особями. Однако для повышения эффективности деятельности по сохранению осетровых рыб, как объектов дикой природы и эксплуатируемых водных биологических ресурсов, необходимо поддерживать их естественное размножение на тех реках, где еще сохранились условия для нереста.

Река Урал (каз. – Жайык) является единственной крупной рекой бассейна Каспийского моря, не зарегулированной гидротехническими сооружениями на значительной (850 км) части своего русла, где располагаются основные нерестилища осетровых рыб, которую можно разбить на три отличающихся друг от друга участка.

В прошлом осетровые размножались практически на всех трех участках, но значительные падения среднегодового стока р. Урал (с 11,4 до 3,5 км³), а, следовательно, и обмелением реки, привели к значительным изменениям мест размножения осетровых.

В 90-х и начале 2000 гг верхняя и средняя нерестовые зоны реки Урал относились к разряду эффективных, что подтверждается плотностью кладки икры: у белуги и шипа достигала в среднем 890,4 шт/м² и 776,5 шт/м², осетра – 445,2 шт/м² и севрюги – 201,6 шт/м² кроме этого наряду с озимыми формами осетра, белуги, севрюги здесь проходил нерест их яровых групп (Сапаров, 1997; Ким, 2000; Бокова, 2005). Нижняя малоэффективная нерестовая зона в районе п. Индер осваивалась поздними яровыми формами в основном севрюги (Камелов, 2007; Бокова, 2008).

С 2009 г в Урале практически не происходит естественного воспроизводства шипа, белуги, русского осетра, но тем не менее регистрация немногочисленной молоди севрюги подтверждает факт наличия её природного нереста в реке (Шалгимбаева и др 2016).

Инвентаризация нерестилищ осетровых рыб 2016 года показала на существенные изменения условия их размножения. На первом, наиболее отдаленном от устья, на 550-800 км и выше участке реки Урал от п. Чапаево (570 км) до п. Кушум (780 км) протяженностью 210 км расположены 34 нерестовые гряды естественного происхождения. Значительная

площадь нерестилищ после спада паводка обсыхает. Это временно затопляемые береговые нерестилища. На долю затопляемых – русловых нерестилищ, постоянно находящихся под водой, приходится 25-30% их площади. Регулярная маловодность реки Урал привела к образованию островов, мелководных перекатов, заиливанию грунтов и смещению мест расположения нерестовых гряд. В период весеннего половодья глубина реки достигает 2,5-5,0 м, скорости течения 0,5-1,2 м/с в половодье в межень от 0,2 до 0,5 м/с. Если в 2004 году площадь нерестилищ составляла 530,0 га, то к 2016 году эти показатели снизились до 144,9 га.

На втором или среднем участке протяжённостью 280 км между п. Индер и п. Чапаево расположено 19 нерестилищ. Ложе нерестилищ представлено плотным суглинком, береговые линии покрыты жесткой растительностью. Нерестовый субстрат низкого качества (мелкозернистый песок с илом) отмечен на всех нерестилищах начиная от Суслинского (762 км) расположенного вблизи п. Кушум до Горского нерестилища (275км) у нижней границы средней нерестовой зоны. Гравелисто-песчаных с примесью ракушечника грунтов не отмечено.

Нерестилища низовий представлены 15 участками общей площадью 170,0 га расположенными в 275 км от устья реки до п. Индер с. нерестилища от Абинского (70 км) до Бычковского (270 км) сильно обмелели и заросли жесткой растительностью. Условия для нереста осетровых сохранились лишь на Индерском (273 км) и Яманхалинском (108 км) нерестилищах (рис. 1).



а) береговая линия Яманхалинского нерестилища



б) грунт

Рис. 1. Яманхалинское нерестилище

По данным (Песериди, 1986) эта зона относилась к низкоэффективным из-за качества нерестового субстрата (мелкозернистого песка, плотной глины, цементированные ракушечники и песчаники) и осваивался в основном поздними яровыми группами северюги с плотностью кладки икры на Индерском участке от 100 до 250 шт/м².

Нестабильный гидрологический режим в реке Урал с колебаниями уровня воды (1,5-2,5 м), скоростями течения 0,5-1,3 м/с на поверхности и 0,2-0,6 м/с в придонных слоях, привел в итоге к заиливанию нерестилищ, изменению их положения относительно основного водотока реки, зарастанию береговых нерестилищ с гравийно-галечными-песчаными грунтами. Поскольку каменистые грунты не смываются паводком, то жесткая растительность имеет возможность укорениться и разрастаться, далее приводя в негодность места нереста рыб, сокращая нерестовые площади на всем отрезке нерестовой зоны от п. Кушум (798 км от устья реки) Западно-Казахстанской области до г. Атырау (70 км от устья реки)

Гравийно-галечные грунты с песком обнаружены на шести участках расположенных в верхней и нижней нерестовой зоне это Найденовское, Нижне-Барбастовское, Яблоневое, Политовское, Индерское и Яманхалинское нерестилища. В итоге к 2016 г. общая площадь мест нереста осетровых рыб в нижнем течении р. Урал составила 198,0 га. За почти 50-

летний период со времени их последнего изучения в 1968 г. она сократилась в 8 раз (рис. 2), составив всего 12,5% от наблюдаемого.

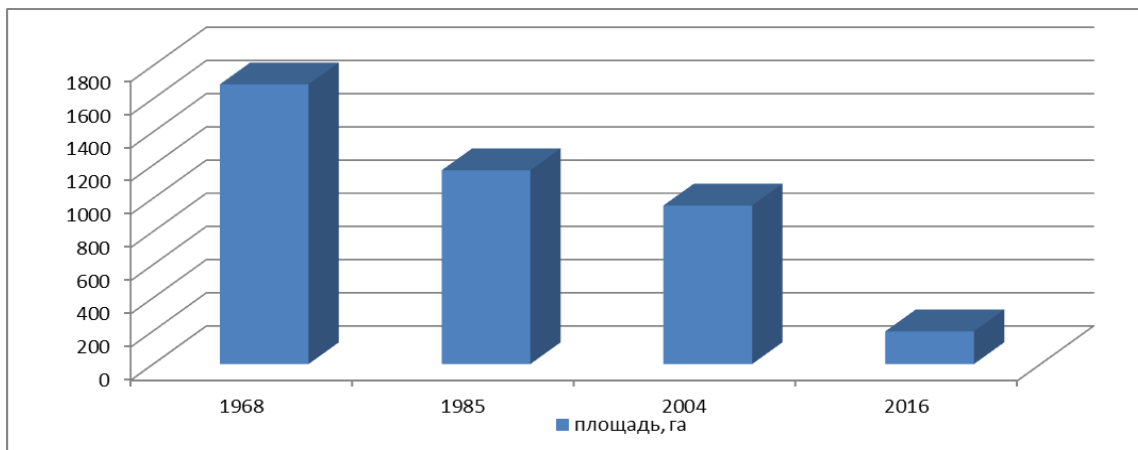


Рис. 2. Динамика изменений площади нерестилищ нижнего течения р. Урал со второй трети XX столетия до двадцатых годов XXI

В сложившейся ситуации необходима реализация комплексных мер направленных на восстановление и сохранение нерестовых зон для естественного воспроизводства осетровых рыб реки Урал, охраны путей миграции при пропуске производителей осетровых до мест нереста, мелиорация нерестилищ с учетом изменившихся гидрологических условий.

Список литературы

- Ким Ю.А. и др. 2000. Воспроизводство осетровых в Урало-Каспийском бассейне. Осетровые на рубеже XXI века. Астрахань: КаспНИИРХ, 62 с.
- Бокова Е.Б. 2008. Условия естественного воспроизводства осетровых р.Урал. Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Астрахань: КаспНИИРХ, 225 с.
- Песериди Н.Е. 1963. К вопросу о воспроизводстве осетровых р. Урал. Вопросы рыбного хозяйства Казахской ССР 4, 38–41.
- Песериди Н.Е. 1968. Нерестовые популяции осетра и севрюги р. Урал и мероприятия по их воспроизводству автореф. дис. канд. биол.наук. Астрахань, 21 с.
- Сапаров И.М. 1997. Эколого-биологические аспекты нереста осетровых в р Урал. Косистемы водоемов Казахстана и их рыбные ресурсы. Алматы: Бастау, 57 с.
- Камелов А.К. 2007. Динамика размерно – возрастной структуры нерестовой популяции севрюги р. Урал. Материалы докладов. Астрахань, 58-60.
- Шалгимбаева Г.М., Бокова Е.Б., Попов Н.Н., Асылбекова С.Ж., Исбеков К.Б., Микодина Е.В, Мюге Н.С. 2016. Современное состояние популяции севрюги (*Acipenser stellatus*) реки Урал. Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство 4, 32-41.

Исследования минтая в северной части Охотского моря весной 2017-2019 гг.

А.Ю. Шейбак¹, Т.А. Чистякова²

¹Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток

²Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ), г. Владивосток
e-mail: sheibak@rambler.ru

Ключевые слова: Охотское море, нерест, распределение минтая, размерно-возрастной состав, численность и биомасса, общий запас, нерестовый запас.

Аннотация: Приведены результаты исследований минтая в северной части Охотского моря в весенний период 2017-2019 гг. Дана краткая характеристика нереста, распределение минтая и выметанной икры на обследованной акватории. Указан размерно-возрастной состав минтая в уловах пелагических тралений в период съемок.

На протяжении уже пятого десятка лет минтай является одним из важнейших объектов морского рыболовства в морях Дальнего востока. Основные его ресурсы 1 млн т, что составляет 60-65% от суммарного вылова этого вида российскими рыбаками. За время специализированного промысла минтая его годовой вылов неоднократно превышал 1 млн т, так в первый раз в 1974-1976 гг., а затем, в период с 1984 по 1998 гг. ежегодно вылавливалось от 1,3 до 2 млн т. В начале 2000-х гг. произошло резкое снижение запасов минтая, из-за чего его вылов был существенно сокращен, и в 2002 г. он составил всего 360 тыс. т. Очередной рост запасов североохотоморского минтая начался во второй половине 2000-х гг. и был связан с появлением сверхурожайных поколений 2004 и 2005 гг. Вступление этих поколений в промысловый запас способствовало его существенному росту, что позволило увеличить ОДУ североохотоморского минтая в 2009-2011 гг. до 869-1058 тыс. т. И в настоящее время запасы минтая находятся на стабильно высоком уровне, что за последние пять лет позволило государству выделять промысловым организациям не менее 900 тыс. т ежегодно (Андряшев, 1954; Световидов, 1948; Фадеев, 1975).

Исследования минтая в северной части Охотского моря в 2017-2019 гг. проводились на НИС «Профессор Кагановский», НИС «ТИНРО» и НИС «Дмитрий Песков» с апреля по июнь (11.04-30.05.2017 г., 15.04-17.06.2018 г., 6.04-28.05.2019 г.) на акватории, прилегающей к западному побережью п-ова Камчатка, в заливе Шелихова, в Североохотоморском районе и у восточного побережья о. Сахалин. По мере выполнения комплексных съемок, освобождалась ото льда и поверхность моря, в результате чего была обследована акватория, на которой в весенний период, как правило, отмечаются преднерестовые и нерестовые скопления минтай. Расчет запасов минтая был выполнен по стандартным методикам, включающим данные эхоинтеграционных записей минтая, состав уловов пелагического трала и ихтиопланктонной сети (Аксютин, 1968; Горбунова, 1954, Качина, Сергеева, 1978; Кузнецов, Николаев, 2000; Фадеев, 1999).

Особенности нереста, распространение производителей и икры.

Распределение повышенных концентраций минтая в весенний период 2017-2019 гг. по численности и биомассе в большей степени было сходным, за исключением отдельных тралений, когда в улове встречалось большое количество мелкоразмерного минтая с малой биомассой и наоборот, когда улов составляют крупные особи с большей биомассой. Так минтай образовывал скопления вдоль камчатского побережья, на северных склонах впадины ТИНРО, в глубоководном желобе залива Шелихова, в притауйском районе, на возвышенности Лебеда и за пределами североохотоморского шельфа. У восточного

Сахалина скопление минтая наблюдалось между 50°-52° с.ш., и в северной части полигона, преимущественно на шельфе (рис. 1).

Нерест минтая в Охотском море в последние три года проходил в стандартные сроки, начинался в шельфовых водах юго-западной Камчатки и по мере освобождения акватории ото льда и прогрева нижних водных слоев, за счет затока более теплых океанических вод, продолжался в заливе Шелихова, на североохотоморском шельфе и в водах у восточного Сахалина.

В общем, распределение икры и половозрелого минтая весной 2017-2019 гг. у западной Камчатки и в заливе Шелихова было в большей степени схожим, основные скопления наблюдались вблизи нерестилищ, при этом отчетливо прослеживались их контуры.

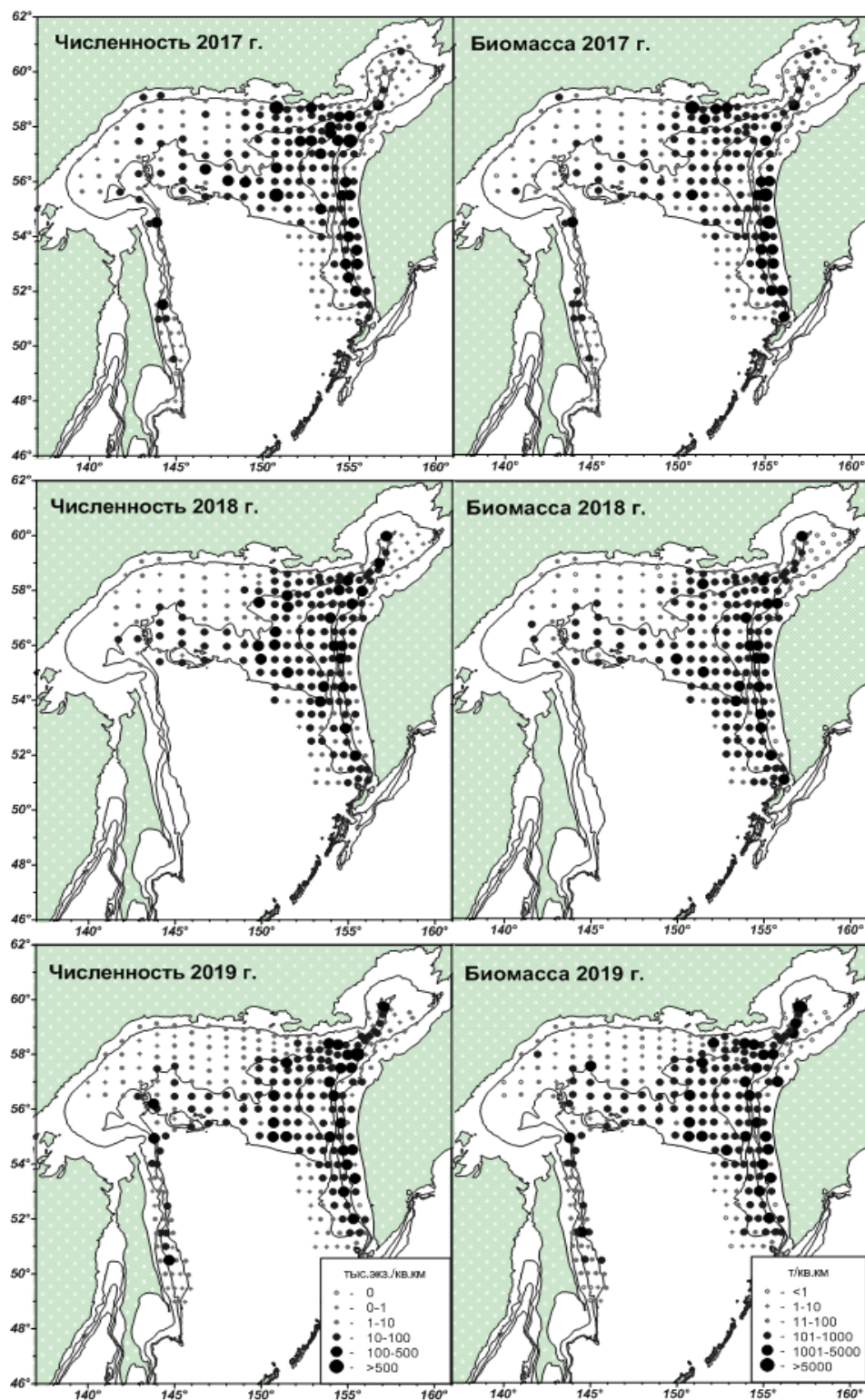


Рис. 1. Распределение численности и биомассы минтая в северной части Охотского моря весной 2017-2019 гг.

Так же стоит отметить и некоторые отличия, так у западной Камчатки в 2017 г. нерест преимущественно проходил на шельфе (глубины менее 200 м) между 51°-56° с.ш., а в 2018 и 2019 гг., а половозрелый минтай распределялся, как в пределах, так и за пределами шельфа, в сторону мористой части. Но одной общей схожестью весеннего распределения минтая было его основное концентрирование у юго-западной и западной Камчатки, северное скопление традиционно было меньших размеров. В заливе Шелихова в последние годы существенных изменений в интенсивности и расположении района массового нереста минтая не

наблюдается. Основные скопления икры и производителей, как правило, были расположены в глубоководном желобе.

Весной 2017 г. в североохотоморском районе половозрелый минтай распространялся в основном до границы шельфовой зоны. Максимальные скопления наблюдались на акватории, прилегающей к побережью Магаданской области (притауйский район), с большим смещением к границе 12-ти мильной зоны. Но в период комплексных съемок 2018 и 2019 гг. североохотоморский половозрелый минтай распространялся как в пределах границы шельфа, так и за его пределами. Как правило, за пределами шельфа минтай был представлен созревающими и созревшими особями многочисленного поколения 2013 г.р. В отличие от двух предыдущих лет весной 2019 г. минтай не сформировал каких-либо плотных скоплений в притауйском районе. Ну а к западу от 148° в.д., считающимся неблагоприятным районом для нереста минтая за счет низких температур шельфовых вод, на протяжении трех лет плотные скопления половозрелого минтая наблюдались преимущественно с мористой части до границы шельфа.

У восточного побережья о. Сахалин нерест в 2017 г. протекал преимущественно на шельфе между 51°00'-52°10' с.ш. и 54°10'-55°00', в 2018 г., основные же концентрации минтая на акватории съемки наблюдались на изобатах от 100 до 200 м, в основном в виде неплотных скоплений нерестящегося или начинающего отходить на нагул минтая, а по данным 2019 г. половозрелый минтай распределялся более широко, занимая шельф и свал глубин между 50°00' и 55°00' с.ш., но основные концентрации отмечены в северной и центральной частях полигона. Район массового начала нереста был приурочен к центральной части исследованного полигона (51°00' с.ш.) (рис. 2).

За последние три года в весенний период на обследованных акваториях оценки численности учтенной икры минтая находились примерно на одном уровне – от $38,135 \cdot 10^{13}$ шт. до $44,143 \cdot 10^{13}$ шт. Стоит отметить и то, что, в общем, за последние пять лет аналогичных исследований сколь значительных колебаний данного популяционного параметра не отмечено (в 2015 г. – $43,047 \cdot 10^{13}$ шт., в 2016 г. – $36,735 \cdot 10^{13}$ шт., в 2017 г. – $38,135 \cdot 10^{13}$ шт., в 2018 г. – $44,143 \cdot 10^{13}$ шт., в 2019 г. – $43,869 \cdot 10^{13}$ шт.), что говорит о стабильности численности нерестовой части популяции минтая северной части Охотского моря. В целом по морю, на момент выполнения съемок уровень отнерестившихся самок составил: в 2017 г. – 43,2%, в 2018 г. – 43,1% и в 2019 г. – 35,0%, что говорит о близких среднесрочных сроках массового нереста минтая в 2017 и 2018 гг., за исключением нынешнего года, когда нерест был смещен на несколько поздние сроки. Видимыми причинами задержки в сроках нереста могут являться неудовлетворительная гидрологическая обстановка в зимне-весенний период, заключающаяся в значительном покрытии акватории моря льдом, выхолаживанием и относительно поздним прогревом основных нерестилищ минтая, а так же омоложением нерестовой части запаса охотоморского минтая.

Как правило, до 2017 г. общее распределение производителей между основными центрами воспроизводства (западной Камчаткой (ЗК) и североохотоморским районом (СОХ)) изменялось несущественно, большая часть отмечалась в североохотоморском районе с перевесом примерно в 20-30% над западной Камчаткой. Но весной 2017 г. это соотношение практически уравнилось, и составило для СОХ – 47,5%, для ЗК – 46,2%. Результаты траловой съемки 2018 г. уже определили некоторое преобладание в численности производителей у западной Камчатки (54%) над численностью производителей в североохотоморском районе (43%). Оценки нынешнего года вновь показали практически равное распределение между двумя крупнейшими районами воспроизводства минтая в Охотском море, так доля численности половозрелого минтая у западной Камчатки составила 48,7 %, в СОХ – 46,5%.

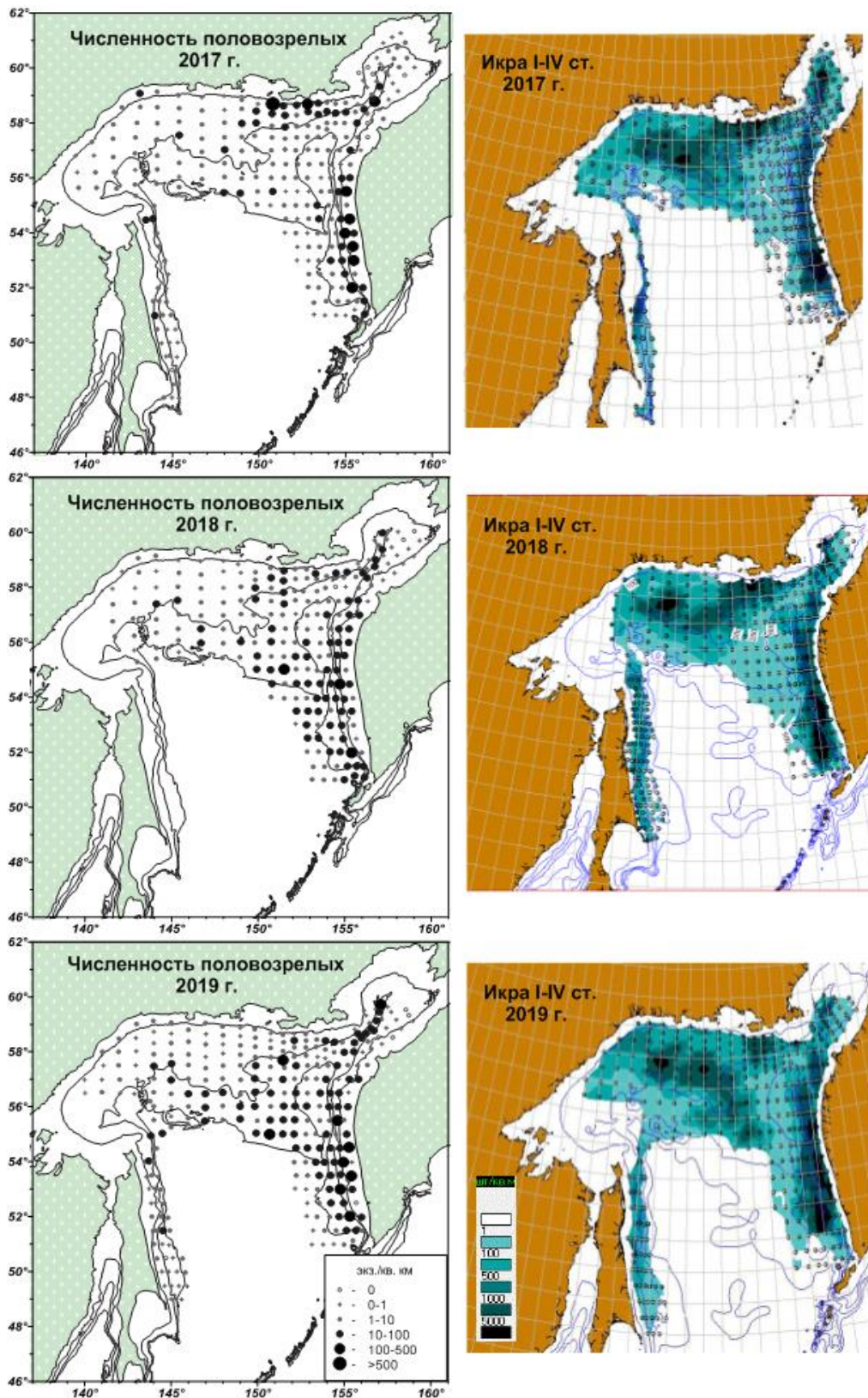


Рис. 2. Распределение половозрелых особей и икры минтая в северной части Охотского моря весной 2017-2019 гг.

Размерно-возрастной состав. Как показали наблюдения на протяжении последних трех лет в весенний период в промысловом запасе североохотоморского минтая доминировали 5-ти, 6-ти и 7-ми годовики, общая их доля по годам была достаточно высокая и колебалась от 75,4 до 78,7%. В общем, размерный состав половозрелых особей был

разнообразен, в нем отмечался как старшевозрастной минтай, особи, полностью вступившие в нерестовый запас в текущем году, так и рыбы впервые участвующие в нересте (рис. 3).

За рассматриваемый период, общая размерно-возрастная структура минтая северной части Охотского моря имела полимодальный характер. Присутствовали поколения как ближнего, так и дальнего пополнения, с доминированием особей урожайного поколения 2013 г. рождения, на которых приходилось от 22,6 до 32,9% от общей численности минтая, причем с увеличением возраста численность этого поколения снижалась за счет естественной и промысловой смертностей. В отличие от размерно-возрастного состава 2017 и 2018 гг. в 2019 г. было заметно и поколение 2012 г.р., которое в большей степени учтено у берегов западной Камчатки. Описанная структура запаса за последние три года является классической для минтая, так же она обеспечивает рентабельный промысел минтая в Охотском море в настоящее время и в ближайшем будущем поддержит его на высоком уровне (Фадеев, 1987) (рис. 4).

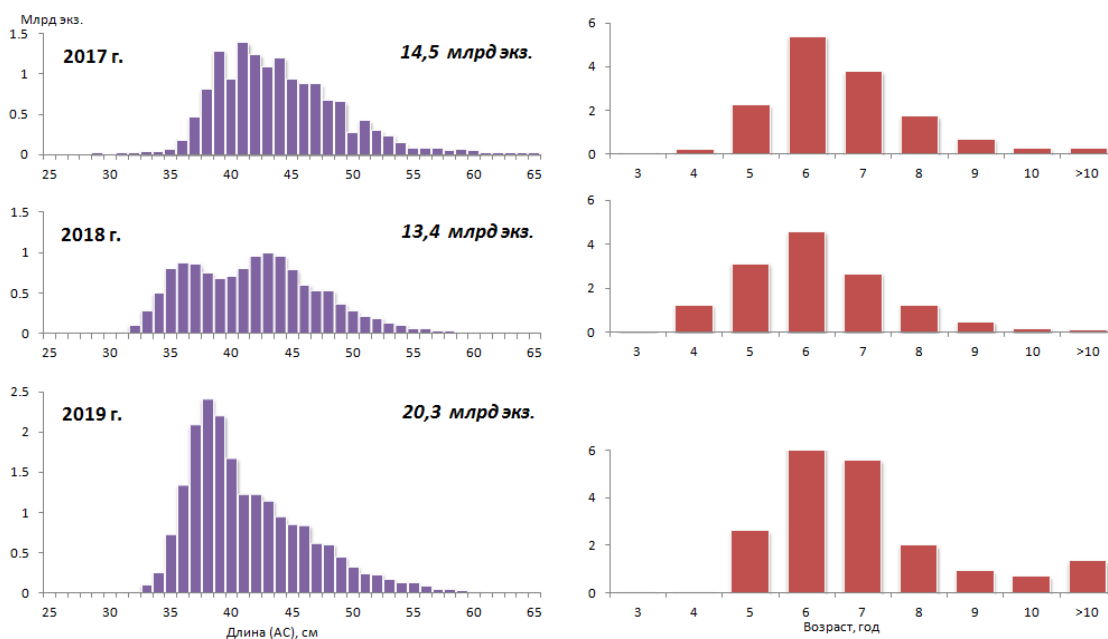


Рис. 3. Размерно-возрастной состав половозрелого минтая в северной части Охотского моря весной 2017-2019 гг.

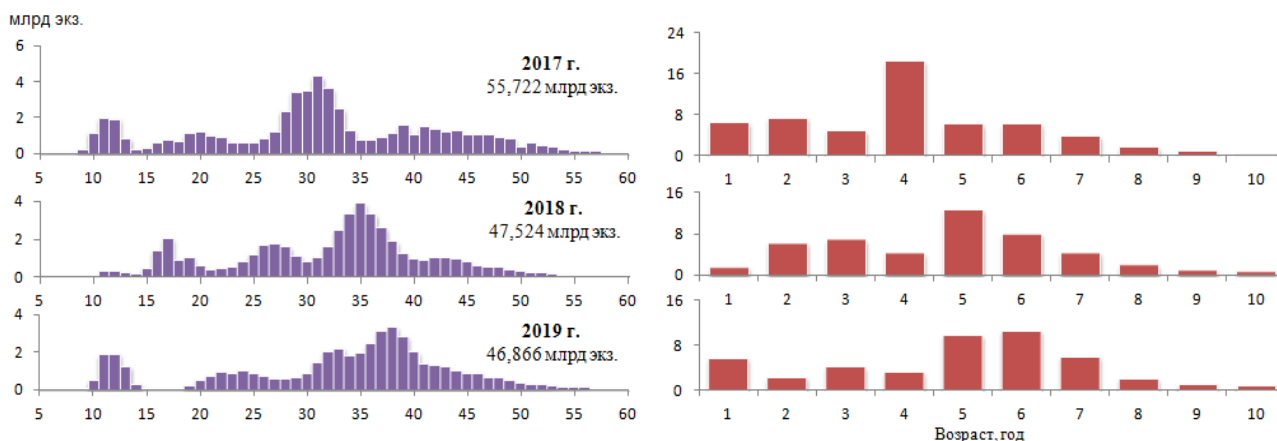


Рис. 4. Размерно-возрастной состав минтая в северной части Охотского моря весной 2017-2019 гг.

Список литературы

- Аксютина З.М. 1968. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных наблюдениях. М.: Пищевая промышленность, 288.
- Андрияшев А.А. 1954. Рыбы северных морей СССР.-М. Л.: АН СССР, 566.
- Горбунова Н.Н. 1954. Размножение и развитие минтая. Тр. ИОАН СССР I, 132-195.
- Качина Т.Ф., Сергеева Н.П. 1978. Методика расчета нерестового запаса восточноохотоморского минтая. Рыб. хоз-во 12, 13-14.
- Кузнецов М.Ю., Николаев А.В. 2000. Руководство по сбору и первичной обработке данных акустических измерений при проведении тралово-акустических съемок запасов минтая в Беринговом море. Владивосток: ТИНРО-Центр, 68.
- Световидов А.Н. 1948. Рыбы. Трескообразные. Фауна СССР 9 (4), 266.
- Фадеев Н.С. 1975. Распределение минтая в северной части Тихого океана. Изв. ТИНРО 96, 143-148.
- Фадеев Н.С. 1987. Нерестилища и сроки размножения минтая в северной части Охотского моря. Популяционная структура, динамика численности и экология минтая. Владивосток: ТИНРО, 5-22.
- Фадеев Н.С. 1999. Методика оценки запасов минтая по численности икры и размерно-возрастному составу. Биол. моря 29 (3), 246-249.

Ферменты хитиназного комплекса микроорганизмов рода *Rhodococcus* sp.

Н.В. Шумская, В.Ю. Новиков

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича), г. Мурманск
e-mail: shumskaya@pinro.ru

Ключевые слова: микроорганизмы, хитин, хитиназы, хитинолитическая активность, хитинредуцирующие бактерии.

Аннотация: В работе представлены результаты выделения из культуральной жидкости бактерий рода *Rhodococcus* sp. ферментов хитиназного комплекса. Изучен фракционный состав, эндохитиназная и экзохитиназная активность белков культуральной жидкости. Средняя молекулярная масса фракции белков, обладающих хитинолитической активностью, составляет 103,5 кД. Полученные результаты демонстрируют перспективность изучения хитин-деградирующих бактерий в качестве потенциальных источников новых хитиназ.

Хитин является одним из распространенных природных полисахаридов в морской среде. Входя в состав панциря ракообразных, он образует волокнистую структуру и связан с белками посредством пептидоподобной связи, образуя хитин-белковый комплекс. Среднегодовая биомасса всех хитинсодержащих организмов в Баренцевом море составляет около 81,7 т/км² (Шумская, 2016). Учитывая, что хитин является химически стойким соединением, можно ожидать его аккумуляцию в донных осадках. Несмотря на это количество хитина в морских осадках относительно невелико. В морской среде преобладающий путь разложения хитина считается бактериальный (Suginta, 2000; Keyhani, 1999; Studelska, 2006).

В расщеплении хитина участвует широкий спектр ферментов: эндо- и экзохитиназы, хитозаназы, хитодекстриназы, хитобиазы, хитобиозидазы, глюкозаминидазы и др. (Peter, M.G. 2002) Под действием хитиназ микроорганизмов хитин гидролизуется до растворимых олигосахаридов и до хитобиозы, с последующим превращением ее в N-ацетилглюкозамин в присутствии N-ацетил-β-глюкозаминидазы и в глюкозамин при действии N-ацетилглюкозамино-дезацетилазы. Предположительно, бактерии секретируют различные хитиназы для эффективного гидролиза различных формы хитина. Известно, что одна хитиназа не одинаково эффективно гидролизует α и β формы хитина. Шигемаза и другие (1994) обнаружили, что хитиназы, выделенные из *Bacillus* sp., расщепляют β-хитин более эффективнее, чем α-хитин, возможно, что для хитиназы сложнее гидролизовать плотно упакованные антипараллельные нити α-хитина.

В связи с широким распространением хитина и образованием отходов от переработки ракообразных, актуальным является поиск новых и исследование известных микроорганизмов, синтезирующих хитиназы.

Цель исследования заключалась в изучении хитиназной активности штамма *Rhodococcus* sp., способного накапливать в культуральной жидкости значительное количество ферментов, обладающих хитиназной активностью.

Материалы и методы исследований. Основным объектом изучения являлся штамм *Rhodococcus* sp., который был выделен из проб донных осадков литоральной зоны бухты Белокаменная Кольского залива.

Для культивирования микроорганизмов использовали питательную среду (NaCl – 7,0 г; MgSO₄×7H₂O – 1,0 г; KCl – 0,7 г; K₂HPO₄ – 2,0 г; Na₂HPO₄ – 3,0 г; NH₄NO₃ – 1,0 г; дистиллированная вода – 1000 мл) с добавлением коллоидного или нативного хитина 0,03% и агар-агара 2%. Для накопления хитинредуцирующих микроорганизмов использовали ту же питательную среду без добавления агар-агара.

Коллоидный хитин готовили переосаждением хитина, полученного из панцирей камчатского краба, из раствора в холодной концентрированной HCl по методике (Decleire et al., 1996).

Нативный хитин готовили измельчением крабового хитина на планетарной микромельнице «Пульверизетте 7» (Германия).

Хитиноредуцирующую активность микроорганизмов определяли по отношению площади зоны лизиса к площади колонии (Логинов и др., 2006).

Идентификацию микроорганизмов проводили согласно определителю бактерий Берджи (1997а; 1997б).

Эндохитиназную активность измеряли в процентах уменьшения оптической плотности раствора коллоидного хитина до и после инкубации с культуральной жидкостью (Studelska et al., 2006).

Экзохитиназную активность определяли по образованию окрашенного комплекса N-ацетилглюкозамина (АцГЛА) с 4-диметиламинобензальдегидом (Studelska et al., 2006).

Концентрацию белка в культуральной жидкости определяли по методу Бредфорда (1976).

Молекулярно-массовое распределение белков в образцах определяли методом гель-хроматографии низкого давления с использованием аппаратуры «Pharmacia LKB Biotechnology» (Швеция). В качестве неподвижной фазы в колонке (1,6×70 см) использовали Sephadex G-100 Superfine (Швеция), в качестве элюента – 0,15 М NaCl (pH 7), скорость потока элюента – 20 мл/ч. Фракции белков регистрировали фотометрически по оптическому поглощению при 280 нм. Молекулярную массу (ММ) белков определяли по калибровочным графикам, построенным по результатам пропускания белков с известной ММ.

Степень деацетилирования хитина определяли методом инфракрасной спектроскопии (Shigemasa, 1996) Регистрацию ИК спектров образцов проводили в диапазоне волновых чисел 700-2000 см⁻¹ на Фурье ИК-спектрофотометре IRTracer 100 (Shimadzu, Япония) в таблетках бромида калия («Fluka», США).

Полученные результаты исследований и их обсуждение. Микроорганизмы, обладая уникальными ферментными системами, являются основными регуляторами скорости трансформации полисахаридов в морской среде. Особый интерес представляют морские микроорганизмы полярных морей, ферментная система которых способна сохранять свою активность при низких температурах.

Исследуемый бактериальный штамм по морфолого-культуральным (рис. 1) и биохимическим свойствам относится к роду *Rhodococcus* sp. и на твердой питательной среде с коллоидным хитином образует зону лизиса диаметром 8,9 мм.

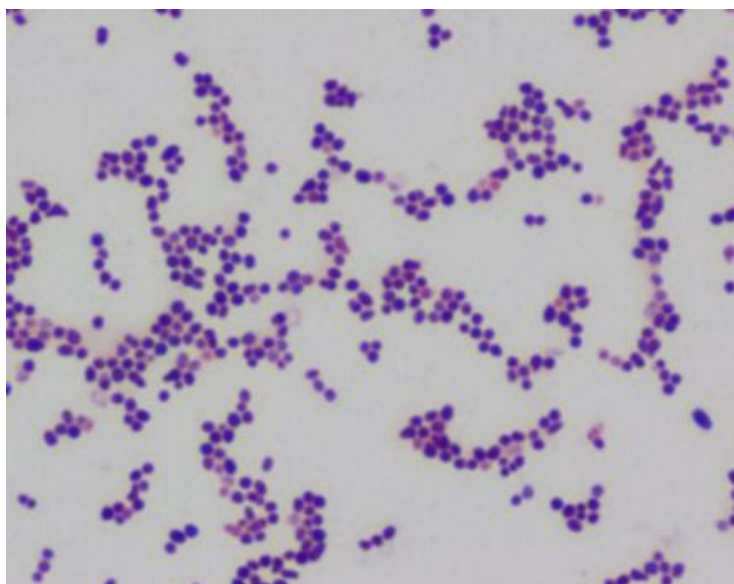


Рис. 1. Морфология клеток бактерий рода *Rhodococcus*



Рис. 2. Колонии микроорганизмов, образующие зону лизиса

Для дальнейшего изучения хитиназного комплекса культуральной жидкости микроорганизмов рода *Rhodococcus* sp. необходимо его накопление в достаточном количестве. В связи с этим экспериментально подобрана концентрация субстрата и его форма.

Наибольшее число клеток отмечено при концентрациях нативного хитина 0,03% и коллоидного хитина 0,1%. Однако наибольший выход белка достигается при использовании в качестве субстрата нативного хитина (0,3 мг/мл), в то время как при использовании в качестве субстрата коллоидный хитин, концентрация белка составила 0,1 мг/мл. В питательной среде с нативным хитином образование внеклеточного белка и рост числа клеток микроорганизмов протекали параллельно с ростом как эндо-, так и экзохитиназной активности. Но где субстратом служил коллоидный хитин, на фоне увеличения числа клеток микроорганизмов происходит снижение как эндо-, так экзохитиназной активности. Возможно, коллоидный хитин для микроорганизмов является более доступным субстратом по сравнению с нативным хитином и им не требуется секретировать много ферментов для деструкции хитина и его утилизации клетками.

По окончании культивирования биомассу микроорганизмов отделяли центрифугированием при 1600 g в течение 10 мин. Культуральную жидкость использовали в дальнейшей работе.

По нашим данным, эндохитиназная активность ферментного комплекса культуральной жидкости составило 13%, экзохитиназная активность фермента $278,9 \text{ АцГлА} \times \text{ч}^{-1} \times \text{г}^{-1}$.

По результатам фракционного анализа белков культуральной жидкости выделено две фракции с диапазоном от 93,5 до 133,5 кД (фракция 1) и от 15 до 25 кД (фракция 2) (рис. 3). На основании анализа научных публикация по свойствам ферментов, было сделано предположение, что хитинолитические ферменты исследуемых микроорганизмов ассоциированы с фракцией 1 (Логинов и др., 2006; Журавлева, 2004).

Также отмечено изменение степени деацетилирования хитина, подвергнутого инкубации в присутствии культур микроорганизмов (СД = $38,30 \pm 0,06\%$) по сравнению с чистым коллоидным хитином (СД = $36,40 \pm 0,07\%$). Этот факт свидетельствует в пользу наличия деацетилазной активности у ферментного комплекса, секретируемого микроорганизмами.

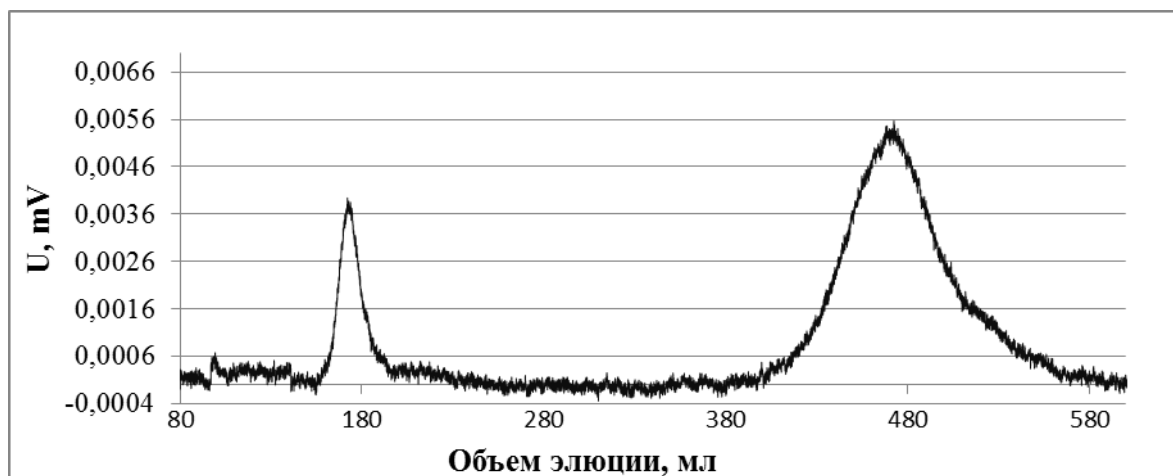


Рис. 3. Гель-хроматограмма комплекса водорастворимых белков культуральной жидкости штамма *Rhodococcus* sp.

Выводы. В настоящей работе был проведен сравнительный анализ хитиназного комплекса культуральной жидкости, где в качестве субстрата служил коллоидный и нативный хитин. Использование питательной среды с добавлением нативного хитина дает больший выход белка, чем питательная среда с коллоидным хитином, при этом не снижается хитиназная активность исследуемого штамма микроорганизмов. Определенная в работе активность хитинолитического комплекса бактерий *Rhodococcus* sp. и зависимость показателей активности ферментов от природы источника углерода могут быть использованы в дальнейшем для оптимизации условий культивирования бактерий с целью достижения максимального накопления ферментативной активности в культуральной жидкости. Полученные результаты демонстрируют перспективность изучения хитин-деградирующих бактерий в качестве потенциальных источников новых хитиназ.

Список литературы

- Bradford M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem* 72, (1-2), 248-254.
- Declaire M., Cat W.De, Tang V.H., Maraite H., Minier M., Goffic F.Le, Gullino M.L., Huynh N.Van. 1996. Determination of endo- and exochitinase activities of *Serratia marcescens* in relation to the culture media composition and comparison of their antifungal properties. *Chitin Enzymology*. 2, 165-169.
- Gooday G.W. 1990. The ecology of chitin degradation. *Adv. Microb.Ecol.* Springer US. 11, 387-430.
- Keyhani N.O., Roseman S. 1999. Physiological aspects of chitin catabolism in marine bacteria. *Biochim. Biophys. Acta Gen. Sub.*, 1473 (1), 108-122
- Peter M.G. 2002. Chitin and chitosan from animal sources *Biopolymers: Polysaccharides II*, 499-512.
- Shigemasa Y., Matsuura H., Sashiwa H., Saimoto H. 1996 Evaluation of different absorbency ratios from infrared spectroscopy for analyzing the degree of deacetylation in chitin. *Int. J. Biol. Macromol.* 18 (3), 237-242.
- Shigemasa Y., Saito K., Sashiwa H., Saimoto H. 1994. Enzymatic degradation of chitins and partially deacetylated chitins. *Int. J. Biol. Macromol.* 16, 43-49.
- Studelska D.R., Giljum K., McDowell L.M., Zhang L. 2006. Quantification of glycosaminoglycans by reversed-phase HPLC separation of fluorescent isoindole derivatives. *Glycobiology* 16(1), 65-72.

Suginta W., Robertson P.A.W., Austin B., Fry S.C., Fothergill-Gilmore L.A. 2000. Chitinases from *Vibrio*: activity screening and purification of *chiA* from *Vibrio carchariae*. *J. Appl. Microbiol.*, 89, 76-84.

Журавлева Н.В. 2004. Хитинолитические ферменты: источники, характеристика и применение в биотехнологии. *Вестник ДВО РАН* 3, 76-86.

Логинов, О.Н., Мелентьев А.И., Бойко Т.Ф., Галимзянова Н.Ф., Свешникова Е.В., Силищев Н.Н., Актуганов Г.Э. 2006. Хитинолитическая активность бактерий рода *Pseudomonas* – потенциальных объектов агrobiотехнологий. 8 Международная конференция «Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана». М.: Изд-во ВНИРО, 293-296.

Определитель бактерий Берджи. 1997а. М.: Мир, 432 с.

Определитель бактерий Берджи. 1997б. М.: Мир, 368 с.

Шумская Н.В., Узбекова О.Р., Новиков В.Ю., Мухин В.А. 2016. Роль микроорганизмов в поддержании баланса хитина в водах Баренцева моря. *Прикладная биохимия и микробиология* 52(5), 550-556.

Генетическая дифференциация популяций европейской и западносибирской стерляди (*Acipenser ruthenus* L., 1758)

В.Д. Щербакова¹, А.Е. Барминцева¹, Н.С. Мюге^{1,2}

¹ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва

²Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, г. Москва

e-mail: viktoria.shch@mail.ru

Представители семейства осетровые (*Acipenseridae*) относятся к древнейшей группе хрящевых ганоидов. Численность осетровых ранее была велика, однако в XX веке претерпела резкое снижение. Антропогенное влияние, такое как строительство плотин, привело к потере большого количества естественных нерестилищ для проходных видов осетровых (Строганов, 1968). Также к уменьшению численности семейства приводит загрязненность местообитаний и браконьерство. Для сохранения и восстановления осетровых необходимо, кроме непосредственной охраны, также проводить всестороннее изучение их биологии и популяционно-генетической структуры с использованием различных молекулярных маркеров для определения уровня межвидовой и внутривидовой дифференциации особей (Тимошкина, 2010).

Стерлядь является самым мелким представителем рода *Acipenser*. Это пресноводная рыба, не выходящая в море и не совершающая длительных миграций. Ареал стерляди достаточно широк: она обитает в крупных реках Европы (бассейны Азовского, Белого, Каспийского и Черного морей), а также в Сибири (бассейн Карского моря). Между различными популяциями наблюдается высокая пластичность морфологических признаков (Берг, 1948). Однако генетическая дифференциация популяций изучена недостаточно хорошо. В настоящее время в литературе приводится небольшое количество работ, включающих в анализ лишь некоторые выборки.

Целью настоящей работы является исследование природного генетического полиморфизма естественных и аквакультурных популяций стерляди на всем ареале. Для её достижения была поставлена задача изучения полиморфизма ядерной и митохондриальной ДНК.

Было проведено генотипирование 627 особей по 14 микросателлитным локусам. Особи принадлежали к выборкам из бассейнов Азово-Черноморского, Каспийского, Карского морей. Определены частоты встречаемости аллелей. Кластерный анализ по результатам микросателлитного анализа проведен с помощью программы STRUCTURE, статистическая обработка данных с помощью программы GenAlEx.

Выравнивание секвенированных последовательностей контрольного региона (D-loop) мтДНК проведено с помощью программы SeqMan. По результатам полученных сиквенсов определены митохондриальные гаплотипы. Построение сети гаплотипов мтДНК проведено в программе PopART.

Результаты. Анализ мтДНК позволил выявить 164 гаплотипа у 654 особей из 13 рек. Количество гаплотипов для каждой реки представлено в табл. Сеть мтДНК гаплотипов представлена на рис. 1.

Таблица. Количество гаплотипов мтДНК для каждой реки

| Происхождение | Популяция | Количество гаплотипов |
|---------------|-------------------|-----------------------|
| Азовское море | р. Дон | 22 |
| | р. Северная Двина | 4 |
| | р. Сухона | 5 |

| | | |
|-----------------|-----------------|----|
| Карское море | р. Енисей | 28 |
| | Обско-иртышская | 19 |
| Каспийское море | р. Волга | 77 |
| | р. Ока | 7 |
| | р. Кама | 5 |
| | р. Урал | 15 |
| Черное море | р. Днестр | 3 |
| | р. Дунай | 14 |
| | р. Днепр | 10 |

Не обнаружено ни одного общего гаплотипа между европейской и сибирской стерлядью. Это свидетельствует о том, что расхождение популяций произошло очень давно. В результате произошло накопление большого числа мутаций. Не выявлено ни одного общего гаплотипа между двумя речными системами Карского моря: обско-иртышской и енисейской. Это может указывать на одновременное заселение стерляди в речные системы, после которого миграции особей между ними не происходило.

Между выборками европейских особей обнаружено 28 общих гаплотипов среди всех рек (из них 16 общих среди бассейнов морей). Рыбы из каспийского и азово-черноморского бассейна не образуют отдельных кластеров. Это может быть связано с происхождением этих особей из единого Понто-Каспийского бассейна, а также с бесконтрольным перевозом рыб между речными системами.

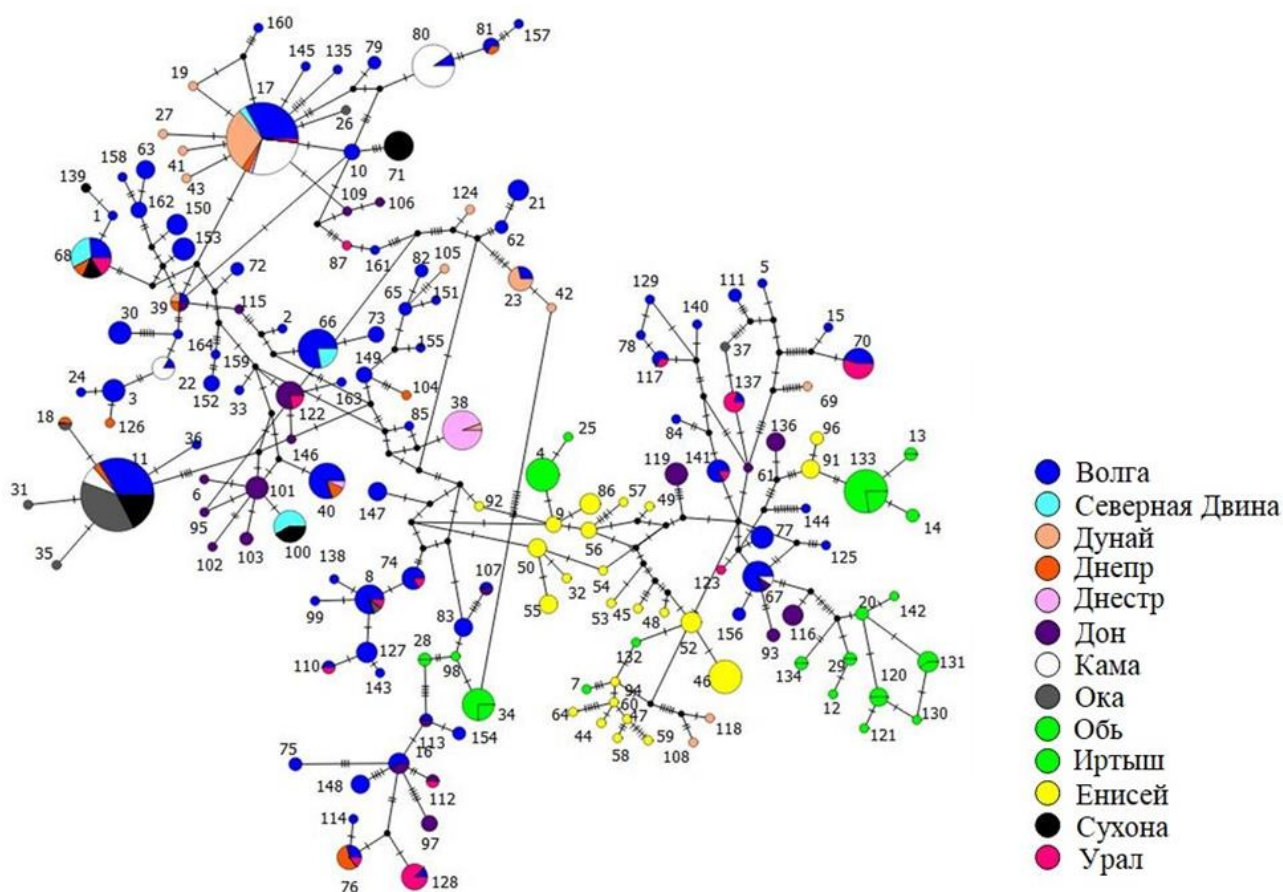


Рис. 1. Сеть мтДНК гаплотипов стерляди

Результаты статистической обработки данных микросателлитного анализа позволили определить приватные аллели для популяций, рассчитать генетические дистанции и выявить характеристики микросателлитных локусов, такие как количество аллелей для каждой

популяции, диапазон локусов, ожидаемую и наблюдаемую гетерозиготности. Количество аллелей на локус варьирует от 6-8 (малоаллельные локусы), до 12-32 (многоаллельные локусы).

Микросателлитный анализ показал четкое разделение европейских и сибирских особей на два непересекающихся кластера (см. рис. 2). Это является подтверждением результатов, полученных в анализе мтДНК.

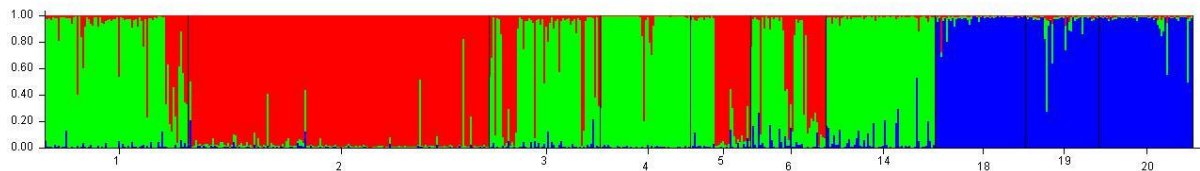


Рис. 2. Результаты кластерного анализа, проведенного в программе STRUCTURE. Популяции обозначены следующими номерами: 1 – нижняя Волга, 2 – средняя Волга, 3 – Волга (смешанная группа), 4 – р. Кама, 5 – р. Ока, 6 – р. Урал, 4 – реки азово-черноморского бассейна, 18 – р. Обь, 19 – р. Иртыш, 20 – р. Енисей

Дальнейшая кластеризация европейских особей позволила выделить семь групп: один кластер образуют особи из нижней Волги и особи из смешанной группы р. Волга, отдельные кластеры у рек Кама, Ока, Урал и рек азово-черноморского бассейна. При этом, представители «средней Волги» образуют два кластера: рыбы из Волгоградского и Саратовского водохранилищ образуют отдельный кластер от рыб из Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ.

Кластеризация сибирских особей показала отделение обско-иртышских особей в отдельный кластер от енисейских представителей.

Определена вероятность принадлежности особей к кластерам. У сибирских рыб эти значения находятся в диапазоне 84-92%, у европейских составляет 37-84%. Не самая высокая принадлежность европейских особей к своему кластеру может быть связана с тем, что в XX веке проводились работы по бесконтрольному выпуску мальков для восполнения природных популяций. В этих рыбоводных мероприятиях не учитывалось локальное происхождение рыбы.

В настоящей работе при изучении генетической структуры вида показано существование четких популяционно-генетических различий между популяциями. Это необходимо учитывать при проведении восстановительных мероприятий, таких как выпуск молоди в места естественного нереста, с целью сохранения природного генетического полиморфизма и адаптивного потенциала локальных популяций. Последующее изучение стерляди позволит увеличить выборку, расширить исследуемый ареал, более точно изучить специфичные для популяций аллели локусов.

Список литературы

- Берг Л.С. 1948. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран (в 3-х частях) // М.-Л.: Изд-во АН СССР. Ч. 1, 467 с.
- Строганов Н.С. 1968. Акклиматизация и выращивание осетровых рыб в прудах. Эколого-физиологические и биохимические исследования. М.: МГУ. 1968. 377 с.
- Тимошкина Н.Н., Водолажский Д.И., Усатов А.В. 2010. Молекулярно-генетические маркеры в исследовании внутри- и межвидового полиморфизма осетровых рыб (*Acipenseriformes*). Экологическая генетика 8(1), 12–24.

Морфологические аномалии половозрелых особей хариуса сибирского *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) (Salmoniformes: Thymallidae) среднего течения р. Енисей

Н.О. Яблоков

Красноярский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («НИИЭРВ»), г. Красноярск
e-mail: noyablokov@mail.ru

Ключевые слова: сибирский хариус, *Thymallus arcticus*, Енисей.

Аннотация: В работе изучены морфологические аномалии половозрелых особей хариуса сибирского *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) (Salmoniformes: Thymallidae) среднего течения реки Енисей.

Сибирский хариус *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) (Salmoniformes: Thymallidae) – один из наиболее массовых видов рыб в бассейне Среднего Енисея. В настоящее время данный хариус является основным объектом любительского рыболовства на участке р. Енисей от плотины Красноярской ГЭС до устья реки Ангары (Гадинов, Долгих, 2008).

Высокая численность хариуса на рассматриваемом участке реки обусловлена строительством Красноярской ГЭС, изменившей гидрологический режим на более благоприятный для жизнедеятельности холодолюбивых видов рыб (охлаждение водных масс летом, потепление зимой) (Гадинов, Долгих, 2008). В то же время следует отметить, что популяция хариуса здесь испытывает значительную антропогенную нагрузку, включающую интенсивное промысловое изъятие (Гайденок и др., 2007), техногенное загрязнение вод в результате влияния промышленно-коммунального комплекса г. Красноярска (Анищенко и др., 2009), а также более чем полувекового (с 1960-х по 2010 гг.) воздействия сбросов реакторного и радиохимического производств Горно-химического комбината РОСАТОМа (Zotina et al., 2019).

Согласно работе Зиновьева (2006) хариусовые рыбы являются одним из наиболее чувствительных индикаторов экологического состояния водоемов среди пресноводных рыб. В связи с этим в качестве индикационных показателей антропогенного воздействия на экологическое состояние водных объектов автором предлагается учитывать морфофункциональное состояние хариусовых рыб.

Одним из перспективных методов оценки состояния популяции, основанных на морфофункциональных характеристиках рыб, является качественная и количественная оценка морфологических аномалий (Евланов и др., 1999; Чеботарева, 2009). Достоверно известно, что присутствие в водных экосистемах токсикантов различной природы служит одной из причин возникновения морфологических аномалий в процессе эмбриогенеза рыб. Наибольшее разнообразие подобных аномалий обычно диагностируется у личинок и молодых рыб, в связи с элиминацией особей, имеющих тяжелые формы аномалий, на более поздних этапах развития (Евланов и др., 1999). Однако присутствие некоторых видов морфологических аномалий отмечается и у взрослых особей (Gill, Fisk, 1966; Минеев, 2012). Данный факт обуславливает актуальность исследований по выявлению морфофункциональных нарушений у взрослых рыб, т.к. позволяет выявить жизнеспособность особей, имеющих различные виды аномалий в развитии.

Единичные сведения об аномалиях нерестовой части популяции хариуса системы Среднего Енисея ранее были приведены для р. Мана (правый приток первого порядка р. Енисей) в 2017 году (Яблоков, 2017).

Целью данной работы являлось выявление морфологических аномалий у половозрелых особей хариуса, населяющих среднее течение р. Енисей. Учитывая отсутствие

общепринятой позиции о видовой принадлежности популяций хариуса Среднего Енисея (Романов, 2009; Книжин, 2011), считаем необходимым указать, что видовое название в настоящей работе указано по аналогии с большинством публикаций по данному району.

Аномальные особи были обнаружены в 2014-2016 гг. в ходе мониторинговых исследований в среднем течении р. Енисей, а также в период проведения рыбоводных работ в районе устьев рр. Мана (55°56'55.4"с.ш., 92°29'08.0"в.д.) и Кан (56°31'06.9"с.ш., 93°47'03.4"в.д.), населенных пунктов Шивера (56°18'32.9"с.ш., 93°28'34.9"в.д.) и Кононово (56°30'01.6"с.ш., 93°43'35.9"в.д.). Всего визуальному осмотру было подвергнуто 412 половозрелых особей хариуса. Кроме того, у погибших особей проводилась диагностика аномалий позвоночного столба посредством вываривания осевого скелета. У аномальных особей определялись возраст, общая масса (W), общая (L) и промысловая (l) длины (Правдин, 1966). Номенклатура морфологических аномалий приведена в соответствии с работами Евланова с соавторами (1999) и Чеботаревой (2009).

В ходе диагностики было обнаружено 6 аномальных особей. Отмеченные аномалии принадлежали к двум группам: аномалии позвоночного столба и аномалии головы.

Аномалии осевого скелета. Аномалии развития позвоночника оказались наиболее часто диагностируемой группой аномалий у хариуса Среднего Енисея. За период исследований были обнаружены 5 аномальных особей. При визуальном осмотре отмечен кифоз туловищного отдела позвоночника, диагностированный у трех особей – двух в районе устья р. Маны (самка, L = 25,2 см, l = 21,9 см, W = 151,2 г, возраст 3+; самка, L = 26,5 см, l = 23,2 см, W = 176 г, возраст 3+) и одной в районе д. Шивера (самец, L = 29,5 см, l = 26,1 см, W = 265,4 г., возраст 4+).

При осмотре макропрепаратов позвоночного столба у двух особей, отловленных в районе пос. Кононово, были обнаружены многочисленные нарушения в строении позвонков и остистых отростков. В частности у одной из особей (самец, L = 25,5 см, l = 22,2 см, W = 142 г, возраст 3+) отмечены восемь аномалий, в числе которых: три сращения позвонков в переходном отделе позвоночника; два сращения гемальных дуг соседних позвонков переходного отдела; три незамкнутых невральных дуги переходного отдела. У второй особи (самец, L = 25,0 см, l = 22,4 см, W = 149 г, возраст 3+) двадцать аномалий: шесть незамкнутых невральных дуг туловищного отдела, две незамкнутых невральных дуги переходного отдела, два перемещения ветви невральной дуги туловищного отдела на соседний позвонок, одна деформация невральной дуги переходного отдела; девять деформаций тел позвонков туловищного отдела (рис.).

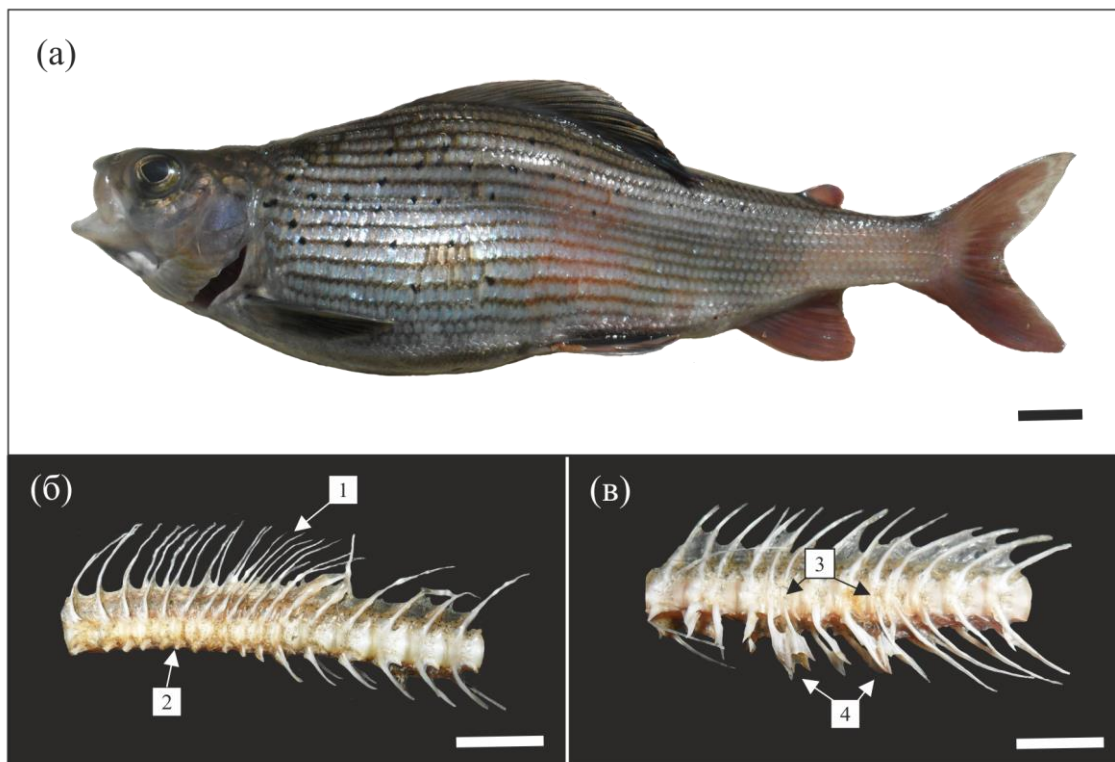


Рис. Особь хариуса с кифозом туловищного отдела позвоночника (а) и фрагменты позвоночного столба с аномалиями в строении позвонков (б, в): 1 – незамкнутые невральные дуги, 2 – деформация тел позвонков, 3 – сращения тел позвонков, 4 – сращения нижних остистых отростков соседних позвонков. Размер масштабной линейки – 1 см.

Аномалии головы. Аномалия головы (недоразвитие правой жаберной крышки) была обнаружена у единственной особи, отловленной в приустьевой части р. Кан (самка, L = 23,4 см, l = 21,0 см, W = 128 г., возраст 2+).

В виду немногочисленности аномалий, диагностируемых у взрослых особей, невозможно в полной мере оценить долю аномальных особей у рыб, населяющих различные участки р. Енисей. В то же время следует отметить, что данная величина не превышает 1,5%. В сравнении с данными о количестве морфологических аномалий у хариуса сибирского (Яблоков, 2017), а также некоторых представителей отряда лососеобразные (Gill, Fisk, 1966) из условно незагрязненных водных объектов (1,5-3,0%), полученные результаты позволяют судить об устойчивом экологическом состоянии нерестовой части популяции хариуса в среднем течении р. Енисей. Данный факт подтверждают хорошая обеспеченность кормом (Зуев и др., 2011), а также высокие показатели роста хариуса на рассматриваемом участке реки (Иванова и др., 2015). В то же время нельзя исключить и влияние неблагоприятных факторов в т.ч., омоложение популяции и смещение наступления половой зрелости, а также влияние целого комплекса токсикантов (Анищенко и др., 2009; Иванова и др., 2015).

Следует учесть, что хариус присутствует в ихтиофауне не только основного русла Енисея, но и в придаточной системе реки (Шадрин, 2006). В связи с тем, что исследования миграций хариуса в системе р. Енисей никогда не проводились, популяция хариуса на изученном участке реки может включать как жилых особей, жизненный цикл которых протекает в основном русле реки, так и особей, скатывающихся в Енисей из притоков. В связи с этим итоговая величина процентного содержания аномальных особей в популяции хариуса рассматриваемого участка р. Енисей может быть занижена. В то же время, стоит отметить, что половозрелые хариусы из р. Мана (Яблоков, 2017) имели схожие виды аномалий, а также близкие значения встречаемости аномальных особей.

Таким образом, доля аномальных особей в нерестовой популяции хариуса р. Енисей на участке от устья р. Мана до устья р. Кан составляет 1,5%, что не превышает значений для условно фоновых водных объектов системы р. Енисей. Были отмечены две группы морфологических аномалий: аномалии позвоночного столба и аномалии головы. Присутствие указанных в работе видов аномалий у половозрелой части популяции говорит об их невысоком уровне воздействия на выживаемость рыб. Полученные сведения могут быть использованы при категоризации морфологических аномалий рыб по степени тяжести.

Список литературы

Анищенко О.В., Гладышев М.И., Кравчук Е.С., Сушик Н.Н., Грибовская И.В. 2009. Распределение и миграция металлов в трофических цепях экосистемы реки Енисей в районе г. Красноярск. Водные ресурсы 36 (5), 623-632.

Гадинов А.Н., Долгих П.М. 2008. Пространственно-видовая структура ихтиоценоза, относительная численность и факторы, влияющие на распределение рыб р. Енисей. Вестник КрасГАУ 3, 169-174.

Гайденок Н.Д., Глечиков В.В., Чмаркова Г.М. 2007. Характеристика промыслового воздействия на популяцию сибирского хариуса р. Енисей на участке «Дивногорск-Казачинское». Вестник КрасГАУ 6, 139-150.

Евланов И.А., Минеев А.К., Розенберг Г.С. 1999. Оценка состояния пресноводных экосистем по морфологическим аномалиям у личинок рыб. Тольятти: ИЭВБ РАН, 38 с.

Зиновьев Е.А. 2006. Хариус – как индикатор антропогенных воздействий. Материалы Международной научно-практической конференции «Антропогенная динамика природной среды». Пермь: Перм. ун-т. 2, 148-154.

Зуев И.В., Семенова Е.М., Шулелина С.П., Резник К.А., Трофимова Е.А., Шадрин Е.Н., Зотина Т.А. 2011. Питание хариуса *Thymallus sp.* в среднем течении р. Енисей. Журнал Сибирского федерального университета. Биология 3(4), 281-292.

Иванова Е.В., Оськина Н.А., Зуев, И.В. 2015. Показатели роста и плодовитости сибирского хариуса *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) в среднем течении реки Енисей. Вопросы рыболовства 16(1), 1-9.

Книжин И.Б. 2011. Разнообразие и таксономическая идентификация хариусов (*Thymallus*) бассейна реки Енисей. Журнал Сибирского федерального университета. Биология 3(4), 293-300.

Минеев А.К. 2012. Морфологические аномалии у рыб Саратовского водохранилища. Вода: химия и экология 6, 54-60.

Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 376 с.

Романов В.И. 2009. Особенности распространения и структура фауны хариусовых рыб (*Thymallidae*) бассейнов реки Енисей и озера Байкал. Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию Енисейской ихтиологической лаборатории (ФГНУ «НИИЭРВ»). Красноярск: ИПК СФУ, 52-58 с.

Чеботарева Ю.В. 2009. Аномалии в строении позвоночника у сеголеток плотвы *Rutilus rutilus* после воздействия токсикантов на ранние стадии развития. Вопросы ихтиологии 1(49), 102-110.

Шадрин Е.Н. 2006. Эколого-трофическая характеристика сибирского хариуса (*Thymallus arcticus* (Pallas, 1776)) бассейна р. Енисей. Автореф. дис. канд. биол. наук. Красноярск: КрасГАУ, 22 с.

Яблоков Н.О. 2017. Аномалии развития скелета у молоди сибирского хариуса *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) из р. Мана (система Среднего Енисей) при искусственном и естественном воспроизводстве. Сибирского федерального университета. Биология 3(10), 343-357.

Gill C.D., Fisk D.M. 1966. Vertebral Abnormalities in Sockeye, Pink, and Chum Salmon. Transactions of the American Fisheries Society 95(2), 177-182.

Zotina T.A., Trofimova E.A., Dementyev D.V. 2019. Time-dependent trends of artificial radionuclides in biota of the Yenisei River (Siberia, Russia). *Journal of environmental radioactivity* 208-209, 106028.

Оглавление

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Чешуя сибирского хариуса среднего течения р. Енисей как потенциальный маркер жилых и мигрирующих рыб | 5 |
| П.Ю. Андрущенко, И.В. Зуев, С.М. Чупров, Т.А. Зотина | |
| К вопросу изучения водных растений Каспийского моря | 8 |
| А.Р. Аппазова | |
| Определение возможности переохлаждения филе горбуши | 13 |
| Л.О. Архипов, А.С. Куприй | |
| Исследование криоскопических температур промысловых видов рыб | 17 |
| Л.О. Архипов, Е.Н. Харенко, А.Ю. Семушкина | |
| Рыбоводно-биологические характеристики и влияние температурного режима на продолжительность процесса гаметогенеза у самок стерляди | 21 |
| А.А. Арчибасов | |
| Ретроспективный анализ развития нормативно-правового регулирования зимовальных ям Астраханской области | 24 |
| В.В. Барабанов, С.П. Чехомов | |
| Оценка состояния молоди стерляди, полученной от икры, обработанной растворами дезинфицирующих средств | 27 |
| В.В. Баринаева, А.А. Бахарева, Р.Р. Баталова | |
| Получение и сравнительная характеристика физико-химических свойств гидролизатов коллагена из соединительной ткани трески (<i>Gadus morhua</i>) и голотурии (<i>Molpadia borealis</i>) | 32 |
| А.В. Барышников, В.Ю. Новиков, К.С. Рысакова, Н.В. Шумская, О.Р. Узбекова, И.И. Лыжов, В.А. Мухин | |
| Современное состояние популяции окуня <i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758) Широковского водохранилища | 38 |
| В.В. Безматерных, С.Н. Казаринов, С.П. Огородов | |
| Обоснование выбора видов рыб и растительных компонентов для производства паштетов функционального назначения | 44 |
| Е.С. Беломытцева, И.Н. Игонина | |
| Потенциальный ареал рыбца (<i>Vimba vimba vimba</i> (Cyprinidae)) в Волжско-Каспийском рыбохозяйственном бассейне | 49 |
| И.А. Белянин, В.П. Ермолин | |
| Влияние климатических факторов на любительский лов со льда | 55 |
| И.А. Белянин, В.П. Ермолин, В.Б. Руденко-Травин | |
| Экологические особенности двустворчатых моллюсков различного географического происхождения в Баренцевом море | 58 |
| Д.Ю. Блинова, И.Е. Манушин | |
| Опыт культивирования ракообразных в качестве стартовых живых кормов при выращивании молоди ценных видов рыб | 64 |
| З.Т. Болатбекова, С.Ж. Асылбекова, С.К. Койшыбаева, Б.Т. Кулатаев | |
| Материалы по зараженности Азовского бычка-кругляка <i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814) осенью 2019 г. | 67 |
| Е.С. Бортников, Г.В. Мосесян, В.Н. Хорошельцева, Т.В. Стрижакова | |
| Итоги половодья 2019 года в Волго-Ахтубинской пойме | 70 |
| Е.С. Брызгалина, О.В. Филиппов, А.И. Кочеткова, М.С. Баранова | |
| Химико-технологические характеристики красных водорослей <i>Gracilaria verrucosa</i> и <i>Gracilaria gigas</i> , культивируемых в Индонезии | 74 |
| Н.В. Бурова, А.В. Подкорытова | |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Оценка численности и скорости миграции нерестовой части популяции азиатской корюшки <i>Osmerus dentex</i> в реке Амур в 2018 году..... | 80 |
| О.В. Вилкина, А.П. Шмигирилов | |
| Размерно-возрастной состав поселения двустворчатого моллюска Мерценарии Стимпсона <i>Mercenaria stimpsoni</i> в бухте Десятка (Японское море)..... | 85 |
| Р.В. Власенко | |
| Динамика количественной и размерно-возрастной структуры водяного ослика (Crustacea, Isopoda) в родниковом озере..... | 91 |
| Н.Р. Водунон, Р.П. Токинова | |
| Рыбоводно-биологические характеристики и влияние температурного режима на продолжительность процесса гаметогенеза у самок сибирского осетра..... | 94 |
| А.П. Воробьев | |
| Влияние гуминовых веществ на выживаемость и трофическую активность дафний в острых экспериментах..... | 98 |
| О.В. Воробьева, В.В. Тихонов | |
| Биологические характеристики резервных объектов Каспийского моря..... | 101 |
| Д.А. Гаврилова, Т.С. Зубкова, А.А. Асейнова | |
| Перегрузка рыбы и рыбопродукции в открытом море: правовые проблемы..... | 109 |
| Г.Г. Галстян, Н.А. Пожидаева | |
| Качественные и количественные показатели зоопланктона Камского плеса Куйбышевского водохранилища по данным летней съемки 2018 г..... | 115 |
| М.А. Гвоздарева | |
| Новые сведения о тропическом рачке <i>Stenocypris</i> sp. (Ostracoda) в перифитоне водоема-охладителя (г. Тюмень)..... | 120 |
| А.Г. Герасимов, Т.А. Шарапова, А.А. Герасимова, Л.И. Литвиненко, К.В. Куцанов | |
| Анализ гидрохимических показателей Борисовского пруда в весенне-летний период 2019 г..... | 125 |
| М.О. Гнатенко, Н.И. Кочетков, М.Д. Царьков, Л.Л. Брежнев, О.Г. Бугаев, Д.Л. Никифороф-Никишин | |
| О новой находке паразитической нематоды <i>Mooleptus rabuka</i> в кошачьей акуле (Тихий океан)..... | 130 |
| И.И. Гордеев, С.Г. Соколов, А.М. Орлов, С.Ю. Орлова | |
| Сезонная и межгодовая изменчивость удельной массы яичников горбуши <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> северо-восточной Камчатки..... | 132 |
| А.В. Гриценко | |
| Анализ пищевой ценности карпа, выращенного в промышленных условиях..... | 137 |
| Ю.А. Гусева, Т.И. Котлова | |
| Отолиты и возраст каспийских бычковых рыб <i>Gobiidae</i> | 143 |
| С.А. Гуцуляк, А.О. Трофимова, Е.В. Микодина | |
| Оценка влияния условий внешней среды на динамику пополнения плотвы (<i>Rutilus rutilus</i>) и окуня (<i>Perca fluviatilis</i>) Чудского озера с помощью обобщенных регрессионных моделей.. | 149 |
| М.Б. Данилов, А.Д. Шереметьев | |
| Содержание металлов в промысловых рыбах Баренцева моря (2009-2019 гг.)..... | 152 |
| Д.М. Драганов, А.Ю. Жилин | |
| Блестящие элементы покровов рыб..... | 158 |
| К.А. Жукова, А.А. Яржомбек | |
| Пищевые гидролизаты из коллагенсодержащих отходов от разделки рыбы..... | 161 |
| Н.Ю. Зарубин, Н.Г. Строкова, О.В. Бредихина | |
| Селекционный отбор карпа путем воздействия повышенной температуры на сперму..... | 166 |
| И.В. Зингис | |
| Современное экологическое состояние Средне-Тавдинских озер Свердловской области.... | 169 |
| М.Ф. Изиметова | |
| Микробные сообщества рыб при экто- и эндопаразитах..... | 172 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Е.Н. Кашинская, Е.П. Симонов, М.М. Соловьев | |
| Определение коэффициента изъятия объектов пастбищной аквакультуры на водных объектах бассейна Саратовского и Волгоградского водохранилищ..... | 173 |
| В.В. Кияшко, З.И. Легкодимова, В.П. Ермолин | |
| Длиннопалый рак (<i>Pontastacus leptodactylus leptodactylus</i>) – объект пастбищной аквакультуры | 177 |
| В.В. Кияшко, В.П. Ермолин | |
| Установка сроков годности кулинарных изделий с бланшированной печенью трески | 179 |
| О.С. Ковалёва | |
| Зоопланктон как кормовая база рыб Ириклинского водохранилища..... | 182 |
| В.А. Колозин | |
| Кормовая база, биологическая характеристика и питание рыб р. Кострома (юго-западный Сахалин) в мае, августе и ноябре 2017 года | 185 |
| Е.С. Корнеев, В.С. Лабай, А.В. Метленков, О.Б. Шарлай, О.Н. Березова | |
| Комплексные решения повышения эффективности предприятий малого бизнеса за счет внедрения безотходных технологий | 192 |
| Л.Х. Котельникова, А.В. Подкорытова, А.А. Аветисян, И.А. Шашкина | |
| Оценка зарастания водохранилищ Волго-Донского судоходного канала | 197 |
| А.И. Кочеткова, Е.С. Брызгалина, А.В. Кудашина | |
| Размерно-возрастная структура популяции и элементный состав раковин <i>Arctica islandica</i> (<i>Bivalvia</i> , <i>Veneroidea</i>) из акватории губы Чупа Белого моря..... | 201 |
| С.А. Кремкова, А.В. Беспярых, В.Г. Евтюгин | |
| Технология <i>Sous Vide</i> в сравнении с традиционными способами приготовления замороженных рыбных продуктов | 204 |
| О.Н. Кривонос, Н.В. Долганова | |
| Об особенностях пространственного и межгодового распространения паразитов, влияющих на качество и безопасность продукции, в обследованных популяциях нерки (Камчатка) | 208 |
| И.О. Кулемеева, С.Л. Рудакова | |
| Зараженность паразитами некоторых видов рыб Истринского водохранилища | 212 |
| Ю.Д. Кулешова, А.Д. Логвиненко, Д.Ю. Травникова, А.Д. Ивлева, И.И. Гордеев | |
| Первые результаты трансарктической экспедиции: состояние запасов демерсальных видов рыб Карагинского и Олюторского заливов | 216 |
| Ю.К. Курбанов, Д.А. Терентьев | |
| Взаимосвязь озерной и морской форм тихоокеанской сельди <i>Clupea pallasii</i> на основании полиморфизма контрольного региона мтДНК и микросателлитных локусов..... | 221 |
| Д.С. Курносов, С.Ю. Орлова, Е. Чикурова, Д.М. Щепетов | |
| Океанологические и гидрохимические исследования на поднятиях Императорского Хребта в весенне-летний сезон 2019 г. | 225 |
| А.С. Курносова, И.С. Наревич | |
| Экспериментальные исследования по внесению науплиусов артемии в модельный гипергалинный водоем (озеро Соленое, Тюменская область) | 228 |
| К.В. Куцанов, Л.И. Литвиненко, И.М. Глухих, А.Г. Герасимов, Л.Ф. Разова | |
| Современное состояние и перспективы рыбохозяйственного использования озера Цаца | 231 |
| Н.В. Куценко, В.П. Горелов | |
| Исследование причин изменения численности рыбного стада в реке Томь..... | 235 |
| У.Д. Кучерявченко, И.П. Вершинина | |
| Изменение результатов биотестирования при различных условиях постановки опытов | 238 |
| А.М. Лазарева, В.И. Ипатова | |
| Летняя кета р. Поронай (о. Сахалин): сохранение, охрана, воспроизводство | 240 |
| А.Е. Лапшина, Ю.И. Игнатъев, Л.А. Животовский | |
| Использование потребительских мультироторных дронов в морских и речных исследованиях | 245 |
| С.Д. Левашов | |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Использование Google Earth Engine в задачах исследования мирового океана | 249 |
| С.Д. Левашов | |
| Аккумуляция хлорорганических ксенобиотиков в печени и мозге морского ерша <i>Scorpaena porcus</i> в прибрежных районах Крыма с различной антропогенной нагрузкой | 251 |
| В.В. Лобко, Т.В. Малахова, Л.В. Малахова, Е.Н. Скуратовская | |
| Линейные тренды и циклические вариации температуры поверхности Охотского моря и прилегающих акваторий по спутниковым данным | 257 |
| Д.М. Ложкин, Г.В. Шевченко | |
| Гидрофлора реки Мологи и её роль в трофических сетях | 263 |
| С.Ю. Лукина, И.А. Дружинина | |
| Динамика состояния запасов водных биологических ресурсов озерно-речной системы Алтая | 270 |
| А.Ю. Лукерин, И.Ю. Теряева, Н.В. Зеленцов, А.Н. Трофимов | |
| Опресняющий фактор и запасы цист артемии в многоводный период в озере Кулундинское Алтайского края | 276 |
| Г.В. Лукерина, Л.В. Веснина, Д.А. Сурков, А.В. Савоськин, О.Я. Горбачевская, Г.Д. Толкушкина | |
| Состояние запасов и перспективы промысла шримсов в северо-западной части Охотского моря | 282 |
| В.С. Лукьянов, А.Ю. Поваров, Д.Н. Юрьев | |
| Аномалии в развитии гонад пикши (<i>Melanogrammus aeglefinus</i>) Баренцева моря..... | 288 |
| Г.А. Макеенко | |
| Метод учета производителей тихоокеанских лососей с использованием звуковизора..... | 293 |
| К.М. Малых, Д.В. Демченко | |
| Приливной апвеллинг в районе острова Монерон | 300 |
| В.Е. Марыжихин, Г.В. Шевченко | |
| Среднегодовое распределение и размерный состав <i>Gymnocanthus detrisus</i> Gilbert et Burke, 1912 (Cottidae) в летний период у западного побережья Камчатки..... | 305 |
| А.А. Матвеев, А.К. Стокоз | |
| Сравнительная характеристика макрозообентоса Сурского водохранилища и прилегающих участков р. Суры | 309 |
| Д.И. Мелёшин | |
| Раннее расхождение в темпах роста и развития каменного гольца и мальмы в экспериментальных условиях | 314 |
| Н.О. Мельник, Г.Н. Маркевич, Е.В. Есин | |
| Межгодичная динамика показателей зообентоса Нижнекамского водохранилища | 318 |
| А.В. Мельникова | |
| Молекулярно-генетический анализ ремонтно-маточного стада осетра сибирского (<i>Acipenser baerii</i> Brandt)..... | 323 |
| А.В. Мингазова, Л.В. Комарова, А.Р. Пелеева | |
| Развитие зоопланктона в западной части Северного Каспия, как кормовой базы обыкновенной кильки..... | 327 |
| А.В. Михайлова, М.Н. Мартынова | |
| Распределение и питание гребневика <i>Mnemiopsis leidyi</i> летом 2019 г. в Каспийском море .. | 329 |
| А.В. Михайлова, К.В. Николенкова, О.В. Бабайцев | |
| Распределение показателей заражённости леща (<i>Abramis brama</i> L.) постодимлостомозом на акватории Новосибирского водохранилища | 331 |
| А.В. Морозко, А.М. Визер, М.А. Дорогин, А.В. Цапенков | |
| О динамике зараженности хамсы нематодой <i>Hysterothylacium aduncum</i> (Rud, 1802) в Таганрогском заливе Азовского моря в 2015-2016 годах | 334 |
| Г.В. Мосесян, Е.С. Бортников, В.Н. Хорошельцева, Т.В. Стрижакова, С.И. Дудкин | |
| Изменчивость роста и формы раковины <i>Macoma calcarea</i> (Gmelin, 1791) (Bivalvia: Tellinidae) | 338 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| С.А. Назарова, Е.А. Генельт-Яновский, О.В. Бондарева
Введение рационального нормирования на объемы сбросов загрязняющих веществ в водные объекты, с целью поддержания устойчивости экосистемы..... | 344 |
| Н.О. Науменко
Ресничные инфузории как индикаторы сапробности вод реки Волхов | 347 |
| Т.В. Никитина, И.А. Дружинина
Зоопланктонное сообщество как показатель качества воды дельты р. Волга | 352 |
| К.В. Николенкова
Филогеография ряпушек бассейна Северно-Ледовитого океана..... | 356 |
| Ю.С. Никулина
Межгодовая динамика скопления дальневосточного трепанга в пласте анфельции б. Перевозная | 362 |
| А.А. Новожилов
О зараженности тихоокеанской сельди (<i>Clupea pallasii</i>) оз. Тунайча и зал. Терпения в 2019 г. (юго-восточный Сахалин) | 367 |
| С.В. Новокрещенных, А.В. Полтева
Оценка пригодности морских рыб из диких популяций для нормирования качества воды.. | 372 |
| Е.В. Оганесова, Т.А. Самойлова, Н.А. Ериков
Макрозообентос р. Каракаба как кормовая база рыб..... | 377. |
| Д.М. Палатов, А.А. Евсеева
Генетическое разнообразие и генетическая структура естественных популяций и ремонтно-маточных стад стерляди (<i>Acipenser ruthenus</i> Linnaeus)..... | 384 |
| А.Р. Пелеева, Л.В. Комарова, А.В. Мингазова
Оценка состояния прибрежной морфо-экологической группы байкальского омуля | 389 |
| Н.Г. Петухова
Физиологическое состояние леща (<i>Abramis brama</i> Linnaeus, 1758) Веселовского водохранилища в 2018 году | 394 |
| Е.М. Пискунова, А.В. Войкина, А.Р. Нейдорф, Л.А. Бугаев
Сравнение морфо-биологических характеристик морского ерша <i>Scorpaena porcus</i> Linnaeus, 1758 Кавказского шельфа Черного моря (Большой Утриш, Магри, Адлер) | 398 |
| А.А. Полин, Т.В. Денисова, Н.В. Попова
Анализ материалов гидроакустической съемки каспийских килек в средней части Каспийского моря в летний период 2019 г..... | 400 |
| Т.В. Помогаева
Основные компоненты ихтиофауны озера Сартлан | 405 |
| Н.Н. Разоков, Д.Л. Сукнев, И.В. Поздняк
К биологии ротана <i>Perccottus glenii</i> Dybowski, 1877 в водоемах южно-таежной подзоны Западной Сибири..... | 410 |
| С.Н. Решетникова, Е.А. Интересова
Особенности созревания самцов окуня-клювача <i>Sebastes mentella</i> Travin, 1951 (<i>Scorpaeniformes: Sebastidae</i>) Северной Атлантики и Северного Ледовитого океана | 414 |
| А.Ю. Рольский, Е.А. Филина, В.И. Попов, Г.А. Макеенко
Культивирование бентосной диатомовой водоросли <i>Cylindrotheca closterium</i> (EhrenbERG) Reimann et Lewin на агаризованных средах, приготовленных на основе искусственной морской воды..... | 420 |
| Д.Ю. Романова, С.Н. Железнова, Р.Г. Геворгиз
Современные направления переработки и рационального использования бурых водорослей (<i>Phaeophyceae</i>) | 423 |
| А.Н. Рощина
Микробиологические исследования черноморского калкана <i>Scophthalmus maeoticus</i> северо-восточной части Черного моря и в условиях марикультуры Крыма | 429 |
| А.Д. Рыбальченко, М.А. Морозова | |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Трехмерная структура мезомасштабных вихрей в Лофотенской котловине: композитный анализ на основе сопоставления <i>in situ</i> и спутниковых данных | 433 |
| Н.В. Сандалюк, Т.В. Белоненко | |
| Накопление хлорорганических соединений в органах и тканях промысловых рыб Черного моря | 438 |
| Т.В. Сиверина, Т.О. Барабашин | |
| Биоразнообразие фитопланктона в водоемах комплексного назначения Юга России..... | 441 |
| Ю.В. Сирота | |
| Оценка хронической токсичности природных вод Карповского водохранилища методом биотестирования | 444 |
| М.С. Смолянский, Л.Н. Фокина, К.А. Корнилова | |
| Сравнительный анализ некоторых показателей пищеварительных ферментов и энтеральной микробиоты желудочно-кишечного тракта симпатрической пары сигов озера Телецкое..... | 447 |
| М.М. Соловьев, Е.Н. Кашинская, Н.А. Бочкарев, Н.С. Пустовалова, Е.П. Симонов, Э. Жизберт | |
| Сравнительная характеристика паразитарной чистоты окуня обыкновенного (<i>Perca fluviatilis</i> L.) из естественных водоемов разного типа Астраханской области | 449 |
| Е.А. Степаненко, Н.А. Каниева, И.В. Волкова, К.С. Попова | |
| Фитопланктон бухты Парис (залив Петра Великого, Японское море) в районе содержания морских млекопитающих | 456 |
| К.О. Тевс, О.Г. Шевченко, М.А. Шульгина | |
| Характеристика внутривидовой структуры окуня (<i>Perca fluviatilis</i> L.) центральной части Куйбышевского водохранилища..... | 462 |
| Т.А. Тележникова, Ю.А. Северов, Р.Р. Сайфуллин | |
| Морфологическое строение органов выделительной системы личинок воблы <i>Rutilus rutilus caspicus</i> (Yakovlev, 1870)..... | 468 |
| Н.Ю. Терпугова, М.П. Грушко, Н.Н. Федорова | |
| Ферментативные белковые гидролизаты из отходов филетирования трески и использование их в микробиологических средах | 471 |
| О.Р. Узбекова, В.Ю. Новиков, В.А. Мухин | |
| Рост и развитие скелетной мускулатуры у молоди ручьевой форели (<i>Salmo trutta morpha fario</i>) и американского гольца (<i>Salvelinus fontinalis</i>) в предличиночный период..... | 476 |
| С.С. Фалий, В.П. Панов | |
| Морфология крови и органов иммунной защиты молоди байкальского сига и омуля в условиях аквакультуры | 482 |
| А.С. Фомина, Л.В. Суханова | |
| Помфоринхоз культивируемого карпа <i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758) в одном из рыбоводных хозяйств Ставропольского края | 486 |
| В.Н. Хорошельцева, Е.С. Бортников, Г.В. Мосесян, Т.В. Стрижакова | |
| Методика ретроспективной оценки роста серых морских ежей <i>Strongylocentrotus intermedius</i> | 491 |
| М.О. Чалиенко | |
| Состояние нерестовых частей популяции осетровых рыб Волго-Каспийского рыбохозяйственного подрайона | 497 |
| В.А. Чаплыгин, И.Н. Лепилина | |
| Обзор основных исследований малых водоёмов в СССР..... | 502 |
| А.В. Черенков, Н.И. Кочетков, П.Ю. Татаренко, А.К. Понамарев | |
| Использование двустворчатых моллюсков дрейссены (<i>Dreissena polymorpha</i>) для получения функционального продукта..... | 508 |
| С.Л. Чернявская | |
| Исследования минтая в северной части Охотского моря весной 2017-2019 гг..... | 515 |
| А.Ю. Шейбак, Т.А. Чистякова | |
| Ферменты хитиназного комплекса микроорганизмов рода <i>Rhodococcus</i> sp..... | 522 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Н.В. Шумская, В.Ю. Новиков | |
| Генетическая дифференциация популяций европейской и западносибирской стерляди
(<i>Acipenser ruthenus</i> L., 1758)..... | 527 |
| В.Д. Щербакова, А.Е. Барминцева, Н.С. Мюге | |
| Морфологические аномалии половозрелых особей хариуса сибирского <i>Thymallus arcticus</i>
(Pallas, 1776) (Salmoniformes: Thymallidae) среднего течения р. Енисей | 530 |
| Н.О. Яблоков | |

VII научно-практическая конференция
молодых учёных с международным участием

**СОВРЕМЕННЫЕ
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА**

14-15 ноября 2019 года, г. Москва

Издательство ВНИРО
107140, Москва, ул. Верхняя Красносельская, 17
Тел.: +7 (499) 264-65-33
Факс: +7 (499) 264-91-87