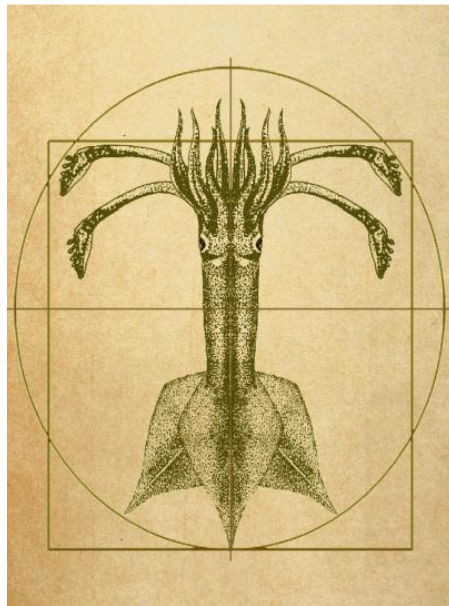


Федеральное агентство по рыболовству
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии»



**НАУЧНАЯ ШКОЛА-КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ
ФГБНУ «ВНИРО» С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ И
ГЕНОМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АКВАКУЛЬТУРЕ И РЫБОЛОВСТВЕ**

**Материалы
IV научной школы-конференции молодых учёных и специалистов**

Московская область, д. Аносино, 30 ноября – 4 декабря 2023 г.

Москва, 2023

УДК 639.2/3 (063)

С56

Рецензенты:

Буяновский А.И., д.б.н., главный научный сотрудник отдела гидробионтов прибрежных экосистем ФГБНУ «ВНИРО»;

Микодина Е.В., д.б.н., профессор МГУТУ им. К.Г. Разумовского;

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

С56 Современные аспекты рыбохозяйственной науки и геномные технологии в аквакультуре и рыболовстве: материалы IV Научной школы-конференции молодых ученых и специалистов / Под ред.: М.В. Сытовой, Н.С. Мюге, И.И. Гордеева,. — М.: Изд-во ВНИРО, 2023. — 93 с.



Уважаемые коллеги, дорогие друзья, участники IV Научной школы молодых ученых и специалистов «Современные аспекты рыбохозяйственной науки и геномные технологии в аквакультуре и рыболовстве»!

Рад отметить, что мы проводим уже четвертую научную встречу молодежи, видим ваш живой интерес, поддерживаем дальнейшие шаги в области отраслевой науки и профессионального роста в производственном секторе рыбного хозяйства.

Отраслевая наука имеет первостепенное значение для развития рыбной отрасли. В числе приоритетных задач, которые стоят сегодня перед рыбохозяйственной наукой, - разработка и внедрение долгосрочной программы регулирования промысла, исследование новых районов добычи, в первую очередь Арктики и Антарктики, и введение в промысел новых перспективных объектов рыболовства, развитие аквакультуры и технологий переработки.

Достичь высоких результатов в отрасли невозможно без должного уровня развития отраслевой науки и образования. Нам нужны молодые кадры, специалисты с новыми решениями и прорывными идеями. Понимая важность свежих взглядов и нестандартных подходов на пути к открытиям в этом году мы собираемся учредить отраслевую «нобелевскую» премию, одна из номинаций будет посвящена отбору выдающихся разработок молодых учёных в области рыбного хозяйства.

Уверен, что встреча будет плодотворной! Желаю участникам Школы найти единомышленников, получить новый опыт, обнаружить в себе новые способности, сделать маленькие, а, возможно, и большие открытия.

Дерзайте, не замечайте препятствий, верьте в себя! Вам предстоит поднимать престиж нашей великой страны - богатой природными ресурсами и имеющей солидный научный потенциал.

Удачи и усердия!

Руководитель Федерального агентства по рыболовству,
кандидат экономических наук
Илья Васильевич Шестаков



Уважаемые коллеги и друзья!

Приветствую Вас на IV Научной школе молодых ученых и специалистов «Современные аспекты рыбохозяйственной науки и геномные технологии в аквакультуре и рыболовстве».

В основе программы Школы – секции, посвященные общим вопросам рыболовства, водным биоресурсам и среде их обитания в условиях меняющегося климата и возрастающей антропогенной нагрузки, технологиям переработки водных биоресурсов, перспективным методам, средствам и технологиям исследований, добычи и переработки водных биоресурсов, фундаментальным подходам к решению прикладных задач, аквакультуре, в том числе искусственному воспроизводству и охране водных биоресурсов.

Цель мероприятия – расширение и углубление уровня знаний талантливой молодежи, специализирующейся в области изучения водных биоресурсов и среды их обитания, общение разных поколений учёных, что позволяет сохранять преемственность и развивать новаторские идеи.

Свое участие в Школе в качестве лекторов подтвердили мэтры российской биологической и рыбохозяйственной науки, академики и члены-корреспонденты РАН, директора отраслевых институтов системы Росрыболовства, заведующие кафедрами и преподаватели ведущих ВУЗов страны, известные российские и зарубежные учёные и специалисты.

Присутствие широкого круга высококвалифицированных специалистов позволит объединить усилия в достижении общих целей, направленных на решение комплекса задач по сохранению и рациональному использованию водных биологических ресурсов. Благодаря этому, мероприятие, как и в предыдущие годы, станет крупнейшим отраслевым научным событием для плеяды молодых учёных и специалистов по рыбному хозяйству и будет способствовать дальнейшему развитию рыбопромышленного комплекса Российской Федерации и интеграции отраслевой, академической и вузовской науки.

Надеюсь, что Школа и в этом году пройдет с успехом, будет содействовать укреплению научного сотрудничества, а её результаты найдут воплощение на практике.

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

Директор ФГБНУ «ВНИРО»,
доктор экономических наук, доцент
Кирилл Викторович Колончин

Возрастная структура сома обыкновенного (*Silurus glanis* L.) в Саратовском и Волгоградском водохранилищах

Александров Я.В.

Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО»
E-mail: saratovniro@vniro.ru

На основании результатов изучения уловов был выполнен сравнительный анализ возрастной структуры *Silurus glanis* в Саратовском и Волгоградском водохранилищах. Материалом для данной работы послужили данные сетных и траловых уловов на Саратовском и Волгоградском водохранилищах в 2017-2021 гг. Сбор и обработку материала проводили по общепринятым методикам.

После зарегулирования стока р. Волга плотинами Саратовкой ГЭС (г. Балаково) и Волжской ГЭС (г. Волжский) произошли существенные изменения условий обитания местной ихтиофауны, в частности хищных видов, таких как сом обыкновенный (*S. glanis*). Вместе с этим в последние годы идет возрастание уловов *S. glanis* в этих водных объектах, что неизменно приводит к изменению возрастного состава этого вида. В связи с этим необходима актуализация данных возрастной структуры двух популяций сома обыкновенного.

Возрастная структура популяции *S. glanis* в Саратовском водохранилище состоит из особей возрастом до 14 лет. Наиболее многочисленная группа представлена четырех-восьмилетними особями (3+-7+), доля которых составила 77,7%. Средняя длина в возрастных группах изменялась от 50,6 см до 94 см. Масса с возрастом изменялась от 1527 г (четырёхлетки) до 12549 г (возраст от 10 лет и выше). Промысловый меры (90 см) этот вид достигает в возрасте 11 лет, численность таких особей крайне мала (всего 6,3%).

В Волгоградском водохранилище популяция *S. glanis* также представлена 14 возрастными группами, но с меньшей численностью старших особей. В доминирующую возрастную группу входят четырех-восьмилетки (3+-7+) с долей в уловах 80 %. Показатели качественных характеристик в Волгоградском водохранилище близки к данным Саратовского водохранилища. Длина рыб изменялись от 52,5 см (четырёхлетки) до 93,7 см (старшие группы), масса – от 1562 г до 9975 г соответственно. Численность рыб, достигающих промысловой длины (также 90 см) в учетных траловых уловах незначительна. Как показывает сравнительный анализ условия нагула сома обыкновенного в водохранилищах соответствуют водным объектам IV рыбоводной зоны.

Обзор результатов исследовательского проекта школьников по видовому определению водных биологических ресурсов с использованием молекулярно-генетических методов на программе «Большие вызовы»

Азарова В.В.¹, Бареева Д.Д.², Жмуров Д.Д.³, Подкидышева Ю.К.⁴, Свиридов Д.Д.⁵, Шапко М.Д.⁶, Сошнина В.А.⁹, Кривошеев Д.М.^{7,8}, Бараев В.С.^{7,10}, Мюге Н.С.⁹, Щербакова В.Д.^{9*}

¹Центр поддержки одаренных детей “Стратегия”; ²“Школа-интернат одаренных детей имени А.П. Гужвина”; ³Образовательный центр “Взлет”; ⁴“Гимназия №1 им. А. С. Пушкина”; ⁵“Новороссийская средняя общеобразовательная школа”; ⁶“Средняя общеобразовательная школа №4”; ⁷ООО “Генотек” (Genotek); ⁸Вологодский государственный университет; ⁹Центральный институт ФГБНУ «ВНИРО»; ¹⁰Ярославский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации
*e-mail: viktorina.shch@mail.ru

В июле 2023 г. в рамках научно-технологической образовательной программы «Большие вызовы» был реализован проект «Видовое определение водных биологических ресурсов методом секвенирования фрагмента гена цитохромоксидазы I». Школьники 10 и 11 классов под руководством специалистов ФГБНУ «ВНИРО» и компании «Genotek» определяли соответствие заявленного биологического вида в пищевой рыбной продукции, приобретенной на Федеральной территории Сириус. Проблема фальсификации продукции водных биологических ресурсов достаточно распространена, и проверка соответствия является актуальной в настоящее время. Для точного установления видовой принадлежности необходимо применение молекулярно-генетических методов.

Исследованная в ходе работы над проектом выборка состояла из 47 образцов водных биологических ресурсов, подвергшихся различной пищевой обработке: сушеная, маринованная, вареная, копченая, «свежая» продукция, икра. Проведено секвенирование по Сэнгеру участка гена цитохромоксидазы I, принятого в международной программе ДНК-штрихкодирования (DNA-barcoding). Определено, что степень деградации ДНК напрямую зависит от способа обработки: не из всех продуктов возможно выделить нуклеотидную последовательность ДНК достаточного размера, необходимого для сравнения с последовательностями водных биологических ресурсов, депонированными в генетических базах данных.

По результатам генотипирования 76% образцов, для которых удалось получить нуклеотидную последовательность, соответствовали заявленному производителем виду. Были обнаружены следующие случаи фальсификации: щупальца кальмара гигантского (*Dosidicus gigas*) были проданы как щупальца осьминога, горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*) заменена неркой (*Oncorhynchus nerka*), а маринованная продукция, продававшаяся как “мясо черепахи” оказалась мясом курицы (*Gallus gallus*). Была установлена фальсификация икры палтуса и щуки, а также маринованной улитки: ДНК животных в этих образцах обнаружено не было, продукция является имитацией. После проведения качественных реакций на углеводы было установлено, что эта продукция состоит из желирующих агентов.

Примененная в работе методика может быть использована для выявления фальсификации рыбной продукции, реализуемой на торговых площадках Российской Федерации. Подобные проверки соответствия заявленного биологического вида необходимы для контроля соблюдения прав потребителей и обеспечения продовольственной безопасности страны.

Природный полиморфизм азовской белуги (*Huso huso*) донской популяции

Алимова А.Ш.^{1,2}, Гайдамаченко В.Н.^{1,3}, Небесихина Н.А.¹

¹Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), ²Донской государственный технический университет, ³ Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Дмитрия Иосифовича Ивановского, e-mail: alimovaash@azniirkh.vniro.ru

Белуга (*Huso huso* L., 1758) – наиболее крупный и ценный представитель семейства осетровых (Acipenseridae), ранее распространенный по всему Понто-Каспийскому фаунистическому комплексу. Чрезмерная промысловая нагрузка, прерывание миграционных путей, а также изменение гидрологического режима рек привело к катастрофическому снижению естественных популяций не только белуги, но и ряда других видов осетровых. Азовский подвид белуги был практически уничтожен зарегулированием стока р. Дон Цимлянской плотиной, что отрезало пути к местам нереста и сыграло решающую роль в падении запасов этого вида. В настоящее время азовская белуга внесена в Красную книгу России под категорией «вид, находящийся на грани исчезновения». Учитывая, что на данный момент восполнение природных популяций донской белуги осуществляется исключительно за счет искусственного воспроизводства на осетровых рыбозаводах (ОРЗ), крайне важно уделять особое внимание идентификации, мониторингу и сохранению нативного генетического профиля подвидов, имеющих филогеографическую и экологическую самобытность.

Целью данной работы являлась оценка внутривидового генетического полиморфизма природной популяции донской белуги на основе производителей, использованных для заготовки ремонтно-маточного стада (РМС) Донского осетрового завода (ДОЗ). Материалом данного исследования послужили образцы ДНК-содержащей ткани (фрагменты плавников), отобранные от 16 особей белуги, принадлежащих к донской популяции. Отбор биоматериала происходил в период с 2001 по 2007 гг. во время нерестового хода производителей в р. Дон в районе Кочетовского гидроузла. В ходе работы получена последовательность длиной 614 п.н. Количество полиморфных (вариабельных) сайтов составило 23 позиции – 3,75% от общего числа. Среди них число информативных филогенетически – 5 (120, 121, 175, 199, 302). Частота нуклеотидов составила: А=31,8 %, Т=29,2 %, С=23,1 %, G=15,9 %. Гаплотическое разнообразие (H) характеризовалось высокими значениями (1±0,126), показатель нуклеотидного разнообразия (π) находился в умеренных пределах – 0,1871. Полиморфизм контрольного региона мтДНК донской белуги иллюстрируется 5 нативными гаплотипами (Нар13, Нар14, Нар15, Нар24, Нар30), что составляет 20,83 % от всех гаплотипов, выявленных в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне. На момент проведения весенней бонитировки в 2023 г. в РМС ДОЗ числится примерно 1400 особей донской популяции белуги. Данное стадо выращено «от икры» производителей нерестового хода 2001-2007 гг., проанализированных в данной работе. С 2021 г. воспроизводственный процесс возобновился, т.к. начали появляться первые половозрелые особи. Анализ этих рыб показал сохранение Нар13, Нар14, Нар15, Нар30 гаплотипов. Нар24 не был отмечен, предположительно, из-за отсутствия половозрелых белуг. Таким образом, полученные данные могут использоваться в качестве отправной точки при планировании рациональной воспроизводственной деятельности в бассейне Азовского моря, а также при определении популяционной принадлежности при анализе проб незаконного, несообщаемого и нерегулируемого (ННН) промысла.

Дикая популяция гигантской устрицы *Magallana gigas* (Thunberg, 1793) на азово-черноморском побережье Краснодарского края

Ананьева М.С.¹, Симакова У.В.¹, Тимофеев В.А.², Семин В.Л.¹, Колючкина Г.А.¹

¹ Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ИО РАН)

² Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН

e-mail: ananeva_marya@mail.ru

В начале-середине XX века в Черном море была широко распространена плоская европейская устрица – *Ostrea edulis* L., 1758. После практически полного вымирания этого вида в конце 1970-х гг. из-за перелова, эпизоотий и пресса хищников в азово-черноморские морские устричные фермы стали завозить гигантскую устрицу *Magallana gigas* (Thunberg, 1793). В результате уже в 1980-х гг. стали отмечать первые единичные находки этого вида-интродуцента в диких популяциях на скалах.

В Черном море могут встречаться не только *M. gigas*, но и *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1791), и *Magallana angulata* (Lamarck, 1819). В настоящее время известно (и подтверждено молекулярно-генетическими данными), что дикая популяция *M. gigas* отмечена в прибрежных водах Румынии, Турции, Украины и Абхазии. Но данные о структуре популяции в прибрежных водах Кавказа и в Азовском море остаются недостаточными. Устрицы чрезвычайно изменчивы по форме раковины, и это сильно осложняет идентификацию их видовой принадлежности.

Всего для морфологического и молекулярно-генетического анализа (по гену *COI*) было использовано 27 моллюсков из дикой популяции у берегов Кавказа Черного моря (пос. Архипо-Осиповка – 1, Голубая бухта – 6, Геленджикская бухта – 16, Заповедник Утриш, пос. Ильич – 3), а также 18 образцов, полученных из коммерческого хозяйства (Приморский край, Надеждинский р-он, пос. Де-Фриз, д. Береговая База, выловлено 16.05.2022 г.).

Большинство особей, найденных в ходе настоящего исследования, были молодыми – их размеры (высота раковины) не превышали 40 мм. Наиболее крупные особи отмечены в массовых поселениях на пирсе Южного отделения ИО РАН (до 52 мм). Устрицы имели разную форму раковины, при этом левая створка, прикрепляющаяся к субстрату, всегда была чашеобразной, что позволяет отличить ее от *Ostrea edulis*. Верхняя створка имела разную форму: при низкой плотности поселений (единичные экземпляры) она была плоской и гладкой, практически без фестонов, а при образовании сплошного покрова становилась клювовидной и фестончатой. Впервые в настоящем исследовании была отмечена дикая популяция *M. gigas* в Азовском море (Керченский пролив – коса Чушка близ порта Кавказ и пос. Ильич). Авторы предполагают, что это связано с осолонением Азова, продолжающимся с 2007 г. При сравнении полученных последовательностей гена *COI* с опубликованными данными (GenBank) выявлено высокое сходство (99-100%) большинства последовательностей с образцами, обозначенными как *Magallana (Crassostrea) gigas*. Лишь один образец (BLS1463, Геленджикская бухта) имел 100% сходство с образцами, обозначенными как *Magallana (Crassostrea) angulata*. Присутствие в черноморской популяции образцов *M. angulata* может говорить, как о вселении данного вида в Черное море, так и о наличии в завозимом материале гибридов между двумя видами. Такие гибриды нередко используются в культуре, так как они более устойчивы к высоким температурам и быстрее набирают массу. Это способствует распространению митохондриальных линий двух упомянутых видов в популяциях друг друга, в том числе и диких. Генетические различия между *M. gigas* и *M. angulata* невелики и требуют, как минимум анализа множества SNP (однонуклеотидных замен) в ядерном геноме для надежного разделения видов.

Результаты гидрохимических исследований в Волжско-Каспийском рыбохозяйственном бассейне (Средний Каспий) в августе 2023 г.

Анисимова Е.В., Кладити С.Ю., Духова Л.А.

Центральный институт ФГБНУ «ВНИРО»
e-mail: e.v.anismova@inbox.ru

С 2 по 23 августа 2023 г. были проведены гидрохимические исследования в Волжско-Каспийском рыбохозяйственном бассейне на НИС «Исследователь Каспия». Выполнено 27 комплексных океанологических станций, объединенных в 4 «вековых» разреза. Отбор проб воды осуществлялся на стандартных горизонтах до глубины 100 м. Гидрохимические исследования включали в себя определение концентраций основных биогенных веществ (соединений кремния, минерального фосфора, нитритного и нитратного азота) и растворенного органического углерода.

Главными динамическими особенностями в период исследований стали: влияние вод Волги, распространяющихся вдоль западного побережья, апвеллинг на восточном побережье и вихревые процессы в подповерхностном слое на западном побережье, вероятно, связанные с влиянием апвеллинга.

Влияние стока речных вод Волги, выносимых благодаря поверхностному течению, прослеживается по повышенным концентрациям кремния у западного побережья до 43,5 °с.ш. (разрез г. Махачкала – м. Сагындык). Максимальная концентрация соединений кремния 13,0 µМ была зафиксирована на поверхности самого северного разреза (о. Чечень – м. Урдюк), где оказывается наибольшее влияние речного стока.

В летний период для восточного побережья характерно развитие апвеллинга. В период исследований по распределению температуры апвеллинг на поверхности характеризовался резким градиентом температур от 22 °С до 25 °С, в остальном районе исследования температура была значительно выше и достигала 30 °С. Подтверждением поднятия глубинных вод и распространение их в поверхностном слое являются высокие концентрации кремния относительно мористой части Среднего Каспия как на поверхности, так и на горизонтах до дна (4-8 µМ), в районе, где происходит подъем вод.

На западном побережье в районе разреза «г. Дербент – м. Песчаный» апвеллинг, как правило, менее масштабный, его влияние в период исследований отмечается только в подповерхностном слое по повышенным концентрациям растворенного кремния.

Концентрации остальных биогенных веществ в районе исследований были не высокими содержание нитритного азота изменялись в пределах от 0,01 до 0,26 µМ, нитратного азота – от 0,12 до 3,13µМ; минерального фосфора – от 0,01 до 1,23 µМ, что связано с активным цветением фитопланктона. Сезонный минимум биогенных веществ в данном районе обычно наблюдается в летне-осенний период.

Концентрация органического углерода (Сорг) изменялась в поверхностном слое от 10,7 до 20,8 мг/дм³. В районе, где был зафиксирован апвеллинг, в поверхностном слое концентрации органического углерода максимальные. Вертикальное распределение Сорг показало, что с глубиной его концентрация либо не меняется, как в прибрежных районах, либо возрастает после подповерхностного минимума на горизонте 10 м в глубоководной части разрезов до горизонта 100 м.

Структурный анализ широкопалости у крабов-стригунов статистическим языком R

Артеменков Д.В., Сологуб Д.О., Кивва К.К.

Центральный институт ФГБНУ «ВНИРО»
e-mail: artemenkov@vniro.ru

Исключительной чертой онтогенеза крабов-стригунов является терминальная линька самцов, которая наступает при достижении половой зрелости и приводит к прекращению дальнейшего роста. Исследование особенностей функциональной структуры крабов-стригунов, а именно определение численности двух ключевых групп – промысловых и пополняющих популяций (широкопалые и узкопалые крабы-стригуны), важны для эффективного регулирования и определения правильного уровня их добычи. У крабов рода *Chionoecetes*, являющихся объектами промысла, процесс терминальной линьки характеризуется высокой изменчивостью и может проходить при ширине карапакса от 4 см до 14 см. Такая изменчивость объясняется воздействием как биотических, так и абиотических факторов на процесс роста крабов-стригунов.

В какой-то степени прогноз состояния популяций крабов-стригунов стал вызовом из-за необходимости проведения структурного анализа и разделения самцов на две категории, широкопалых и узкопалых. Как правило, такая процедура является трудоемкой в расчётах. Метод Бхаттачарая, широко используемый для классификации размерных рядов ракообразных в когорты, имеет недостатки, связанные с сложностью и времязатратностью вычислений. Метод Моисеева включает в себя расчет процента логарифмов у отношения размеров клешни и ширины карапакса. Главными ограничениями этого метода являются неопределенность границ классификации и необходимость ручного выбора. Так определение границ между популяциями крабов-стригунов на Дальнем Востоке колеблется от 16 % до 21 % учтённой численности.

На данный момент доступны методы и программные инструменты, которые позволяют выполнять разделение объектов в аналогичных наборах данных с меньшим количеством действий, быстрее и более объективно. Один из таких методов - это модель гауссовых смесей, которая реализована в программном пакете `mclust` в статистическом языке программирования R. Основной идеей данного метода является предположение, что изменчивость характеристик, по которым предполагается проводить классификацию объектов, во всех группах соответствует нормальному (или логнормальному) распределению. Данное предположение справедливо для таких характеристик, как высота клешни и ширина карапакса, что и позволяет эффективно разделять особей на требуемые группы.

Экспериментальные вычисления по данным реальных учётных съёмок, направленные на разделение широкопалых самцов, прошедших терминальную линьку, и узкопалых самцов, не подвергшихся отличительному метаморфозу, подтвердили возможность проведения структурного анализа в популяциях крабов-стригунов. Процедура разделения подробно описана в документации функций, которая доступна по следующей ссылке: <https://github.com/dimaartemenkov/CLUSTchionoecetes>.

Смарт-трансформация холодовой цепи под влиянием современных требований участников рынка пищевой продукции

Архипов Л.О., Гриневич А.И., Лаврухина Е.В., Зарубин Н.Ю.

Центральный институт ФГБНУ «ВНИРО»

e-mail: arhipov@vniro.ru

Реализация концепции продовольственной безопасности страны требует стабильного обеспечения населения качественной и безопасной пищевой продукцией. Увеличение производства пищевой продукции также важно, как и снижение потерь в процессе ее хранения и транспортирования. Согласно данным Международного института холода до 30 % всей пищевой продукции подвергается порче, а данные ФАО свидетельствуют о наступлении глобального продовольственного кризиса – в мире 702–828 млн человек голодает. Сохранение качественной и безопасной пищевой продукции, увеличение продолжительности хранения возможно, в том числе с применением холодильных технологий и вспомогательных к холоду средств. В настоящее время искусственный холод применяется для сохранения примерно половины произведенной пищевой продукции. Управление, координация, мониторинг холодовой цепи становится все более технологичной, сложной, комплексной и многосторонней задачей, включающей в себя помимо непосредственной функции – целевого понижения температуры до необходимого уровня, еще и онлайн мониторинг температур продукции и охлаждающей среды, оперативную передачу данных мониторинга, местоположения, управления данными, а так же возможность непосредственной корректировки температурных режимов хранения соразмерно изменяющимся условиям. На фоне постоянно растущего спроса потребителей на свежую и при этом скоропортящуюся продукцию, рынок продовольственных товаров и его логистика усложняются, активное развитие и интегрированное внедрение получили различные вариации стратегии Интернета вещей (IoT). Подобный подход в значительной мере увеличивает эффективность холодовой цепи, упрощает задачу по обеспечению необходимыми температурными режимами пищевой продукции при хранении, транспортировании и реализации потребителю, а развитие приборной базы, в том числе холодильного оборудования, позволяет применять индивидуальные близ- и суб-криоскопические температурные режимы хранения, обеспечивающие более длительную сохранность качества и безопасности продукции, по сравнению со стандартными режимами охлаждения, получая при этом продукцию сопоставимого качества. К настоящему времени сформировались тенденции, определяющие дальнейшее развитие и принципы управления холодовой цепью в продуктовом секторе: предпочтения потребителей свежим, необработанным и при этом скоропортящимся продуктам; необходимость прослеживания и идентификации продукции (благодаря интеллектуальным устройствам доступна информация о том, как продукты остаются свежими от «производителя до потребителя»); смарт-управление температурными режимами на всех этапах холодовой цепи. Дистанционный мониторинг, контроль и управление с помощью устройств IoT; облачные платформы для хранения полученных данных и оперативного управления, позволяют избежать и предотвратить нарушения условий хранения. Однако удовлетворение спроса на данные в реальном времени требует наличия ИТ-инфраструктуры. В ближайшие годы стратегии интегрированного комплексного внедрения IoT и перехода к «облаку» станут обязательными условием конкурентоспособности производителей для сокращения отходов, перераспределения ресурсов, улучшения режимов хранения продукции, обеспечения высокого качества продукции.

Гибрид сибирского и амурского осетров как объект товарного рыбоводства

Арчибасов А.А.

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)
e-mail: micopunctum@gmail.com

Выбор объектов товарного выращивания зависит от условий и биотехнологии интенсивного рыбоводства. При выборе объектов выращивания в товарных индустриальных хозяйствах целесообразно подбирать виды осетровых рыб и их гибридных форм, имеющих высокую скорость роста, хорошо употребляющих искусственные корма, обладающих высоким выходом и качеством мяса при получении технологической продукции.

Сибирский осетр является основным объектом товарного рыбоводства в России и Европе. При высокой обеспеченности пищей и повышенной, по сравнению с естественной, температуре воды темп роста сибирского осетра существенно увеличивается. Наиболее интенсивно осетр растет при температуре 15-25 °С. Амурский осетр является эндемиком бассейна реки Амур и весьма близок к сибирскому осетру. На основании анализа литературных источников и опыта работы рыбоводных хозяйств с различными гибридными формами осетровых рыб выполнены экспериментальные работы по выращиванию внутривидового гибрида сибирского и амурского осетров (СО×АО).

Для проведения скрещивания с целью получения посадочного материала гибридных форм осетровых рыб были использованы самки сибирского осетра в возрасте 11-12 лет и самцы амурского осетра в возрасте 11 лет.

На первом этапе выращивание проводилось в условиях установки с замкнутым циклом водообеспечения в лотках ейского типа с дальнейшим переводом в бассейн объемом 6,6 м³ (φ 2,8 м и h 1,2 м) с кратностью водообмена 0,55 объема/час. Среднее содержание кислорода в воде составляло 8,0 (7,3-9,2) мг/л. Кормление осуществляли кормами фирм Biomar inicio plus с крупкой 1,5-2,0 мм, содержанием белка и жира 54 и 21%, соответственно, ЭПКО 48/18 – фракция 3,0 мм, Sorrens 46/15 с крупкой 4,5 мм. Норма кормления составляла 4,8 % в начале и до 1,0 % от биомассы в конце этапа при кратности 12-5 раз в сутки, соответственно. На втором этапе после перевода в отдел «Конаковский» в возрасте 414 суток и накоплением общей суммы тепла 7838 градусо-дней при средней температуре воды 19,4 °С со средней массой гибрида 2103 г рыба была размещена в прямоточном бетонном бассейне общей площадью 10 м², объемом 10 м³ с плотностью посадки 10 шт/м² при рыбопродуктивности 22,8 кг/м² (22,8 кг/м³). Содержание кислорода колебалось от 5,8 до 10,0 (среднее 7,0) мг O₂/л при средней температуре воды 18,9 °С (18,4-26,8 °С).

По результатам выращивания в течении 623 суток, при общей сумме тепла 12217 градусо-дней, гибридная форма СО×АО достигла средней массы 3367 г (колебания от 2020 до 4440 г), а коэффициент массонакопления составил 0,071.

Наибольшим спросом, на основании данных, полученных в отделе «Конаковский», занимающимся реализацией товарной продукции осетровых рыб, потребители предпочитают рыбу массой до 1,5 кг. В связи с этим можно реализовывать большую часть особей гибридной формы СО×АО уже в конце первого года выращивания.

Актуализация требований к рыбораствительным консервам в масле на межгосударственном уровне

Беломытцева Е.С.¹, Харченко Н.Н.², Гелова Ю.Р.²

¹Центральный институт ФГБНУ «ВНИРО»

²Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО»

e-mail: belomytseva@vniro.ru

Одним из основных направлений изготовления пищевой рыбной продукции является производство консервов. С точки зрения технологических процессов производство консервов из рыбы является одним из самых трудоёмких, в связи с этим для обеспечения качества указанного ассортимента на каждом этапе производства необходимо уделять повышенное внимание. Ключевые факторы, обеспечивающие высокое качество консервов является соблюдение требований технических регламентов и документов по стандартизации.

Проведенный авторами анализ рынка показал, что производство рыбных консервов в Российской Федерации в 2019 г. составило 591770 тыс. банок, 34 % из которых составляют консервы в масле, в том числе рыбораствительные. Рыбораствительные консервы изготавливают из рыбы и растительных компонентов, которые после стерилизации образуют общие свойства продукта. Рецептуры этих консервов моделируют таким образом, чтобы готовый продукт был сбалансирован по основным эссенциальным факторам. Содержимое рыбораствительных консервов может представлять собой смесь или чередующиеся слои подготовленных, измельченных компонентов, а также формованные изделия (голубцы, фрикадели, сосиски) с добавлением заливки в виде растительного масла. Консервы используют как вторые блюда или закуски. В настоящее время на территории Российской Федерации требования к качеству рыбораствительных консервов в масле содержатся в национальном ГОСТ Р 57191–2016 «Консервы рыбораствительные в масле. Технические условия». На межгосударственном уровне требования к консервам рыбораствительным в масле представлены в ГОСТ 12250–88 «Консервы рыбораствительные в масле. Технические условия». Вышеуказанные документы были разработаны до введения в действие основополагающих технических регламентов, в связи с чем возникла необходимость актуализации ГОСТ 12250–88 с учетом положений ГОСТ Р 57191–2016.

В 2022-2023 гг. был разработан актуализированный ГОСТ 12250–2023 «Консервы рыбные с растительными гарнирами и маслом. Технические условия» с правом досрочного применения. В новой версии стандарта для приготовления консервов используют следующие виды рыб: барабулю, карася, каспийскую кильку, минтая, жирную мойву, парусник, сардинеллу, атлантическую сельдь, атлантическую скумбрию, океаническую ставриду, толстолобик, хек, а также другую рыбу океанического промысла. Консервы изготавливают из разделанной рыбы. Разделяют рыбу на куски, кусочки, тушку, а также филе, спинку, куски спинки, куски теши и другие виды разделки. Из растительных компонентов используют плоды, крупы, овощи, грибы. В рецептуре приготовления консервов также применяют растительные масла, томатные продукты, пищевые кислоты, сахар, зелень, пряности и др. Такой состав компонентов позволяет формировать полноценный и сбалансированный в пищевом отношении продукт, содержащий белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные вещества.

Номенклатура показателей безопасности и методы их контроля в новой версии стандарта приведены в соответствие с современными требованиями законодательства в сфере технического регулирования.

Использование растительных масел в качестве источника субстрата для синтеза эссенциальных жирных кислот у радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*)

Биндюков С.В.

Центральный институт ФГБНУ «ВНИРО»
e-mail: bindyukov@vniro.ru

Форель радужная (*Oncorhynchus mykiss*) – быстрорастущая рыба отряда лососеобразных (*Salmoniformes*), которая характеризуется высокой экологической пластичностью. Она является эвригалинной рыбой, способной переносить высокие градиенты солености и температур. В процессе онтогенеза значительно меняется её кормовая база, что позволяет успешно акклиматизировать форель в водоёмах с широким спектром гидрохимических показателей воды. Всё это делает форель лидером в производстве товарной аквакультуры России и вызывает интерес у учёных в детальном изучении её биологии. Считается, что из-за эволюционного давления и геномной мутации WGD (whole genome duplication) у лососевых видов рыб наблюдается высокий уровень экспрессии генов FADS2d6, FADS5d5, ELOVL5a, ELOVL2. Эти гены кодируют ферменты элонгазы и десатуразы, ответственные за удлинение полиненасыщенных жирных кислот в длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты (ДЦ-ПНЖК): эйкозапентаеновую (ЭПК) и докозагексаеновую (ДГК) в ходе цикла Шпрехера. В каскаде биохимических процессов возникает необходимость в субстрате для синтеза ДЦ-ПНЖК и в этой роли выступают другие жирные кислоты, в частности линолевая (ЛК) и альфа-линоленовая кислота (АЛК), которыми богаты масла растительного происхождения. Это даёт основание предполагать, что полезная биоконверсия органических веществ рыбой в процессе метаболизма может делать её производителем, а не потребителем ПНЖК.

Цель работы заключена в изучении липидного обмена радужной форели при использовании в комбикормах масел растительного происхождения.

Разработаны рецепты комбикормов с различным соотношением рыбьего жира (источника ЭПК и ДГК), рапсового и льняного масел (источников ЛК и АЛК). В рецептах варьировали, как содержанием ДЦ ПНЖК от 0,3 до 1,2 г/100 г корма, так и соотношением ЛК и АЛК от 1:1 до 1:3. В девять бассейнов было рассажено по 160 рыб (форель породы стальноголовый лосось) средней навеской 85 грамм. Эксперимент продолжался пять месяцев. Каждые 30 дней проводили тотальную бонитировку и осуществляли отбор проб на исследования рыбоводно-биологических, гистологических, гематологических показателей. Также определяли экспрессию генов, анализировали жирнокислотный состав липидов печени и мышечной ткани. Суммарно изучено около 3500 показателей.

По результатам исследований морфофизиологических показателей не обнаружено значимых различий между экспериментальными группами рыб, коэффициенты упитанности форели в экспериментальных и контрольной группах были стабильными, характерными для рыб данной возрастной группы и не зависели от использованного корма. Предварительные результаты эксперимента по определению биосинтетической способности форели показали, что корма с минимальным суммарным содержанием ЭПК и ДГК на уровне 0,3 г/100г корма и повышенным содержанием субстрата для синтеза позволяют рыбе формировать втрое больше ДЦ ПНЖК, чем содержалось в корме за период выращивания на экспериментальных комбикормах.

Работа поддержана государственным заданием Росрыболовства в рамках темы 14.

Современное состояние Святоносского поселения морского гребешка *Chlamys islandica*

Блинова Д.Ю.

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО им. Н.М. Книповича»)
e-mail: lazareva@pinro.vniro.ru

Как и в предыдущие годы исследований (до 2017 г.), распределение биомассы гребешка (*Chlamys islandica*) промыслового размера на Святоносском поселении Баренцева и Белого морей в 2023 г. было неравномерным и характеризовалось высокой степенью локализованности. Так, максимальные значения индекса биомассы отмечали на небольших по площади участках Святоносского поселения гребешка в районе 952, 951, 1023 промысловых квадратов.

Максимальные значения индекса биомассы гребешка промысловых размеров (до 810 г/м²) наблюдали в квадрате 952 Святоносского поселения.

Максимальную биомассу непромысловых особей наблюдали преимущественно в тех же квадратах, что и моллюсков промысловых размеров. При этом молодь создавала поселения на несколько большей по площади акватории, чем промысловые особи. Такими, как и в предыдущие годы, были промысловые квадраты 952, 951, 1023.

В 2023 г. уловах встречался гребешок размером от 4 до 124 мм. Наиболее часто в уловах встречались моллюски с высотой раковины от 15 до 19 мм. Их средний размер составил 51,2±0,47 мм. Это значение было не значительно меньше, чем было отмечено на Святоносском поселении в 2017 г. Вероятно, это было обусловлено появлением большого количества моллюсков 15-19 мм, чего не было отмечено в предыдущие годы.

Размерный состав гребешка в уловах на Святоносском поселении несколько отличался в зависимости от участка работ. Наибольшее количество молоди отмечено в промысловом квадрате 915, в то время как моллюски промыслового размера отмечались преимущественно в квадратах 989 и 988.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно заключить, что размерный состав гребешка существенно отличается на различных участках в пределах поселения. Наиболее крупные особи распределяются на севере, у границы территориальных вод России, значительное количество ранней молоди отмечали в восточной части Святоносского поселения. Следует отметить, что в сентябре 2023 г. размерный состав уловов гребешка в районе исследования имел важную особенность, поскольку в целом распределение является бимодальным: две его вершины образуют молодь с высотой раковины (далее – ВР) 4-24 мм и промысловые особи или пререкруты I с ВР 70-80 мм, реже пререкруты II с ВР 60-70 мм. Моллюски прочих размеров в уловах были представлены достаточно слабо.

Видовая структура и биомасса зоопланктона в бухте Ольга (Кроноцкий залив, восточная Камчатка) в 2022 г.

Богданова К.В.

Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»)
 e-mail: bogdanovakseniya07@mail.ru

Кроноцкий залив (восточная Камчатка) на севере сильно вдаётся в берег неглубокой бухтой, носящей название бухта Ольга. Бухта Ольга известна, в первую очередь, как один из основных районов летнего нагула серых китов. Кроме серых китов, в заливе водятся каланы, тюлени, сивучи, а также встречаются косатки. Мелководная зона привлекает животных разнообразной и богатой кормовой базой.

Цель работы — предоставить первичные данные о видовом составе и биомассе зоопланктона в б. Ольга (Кроноцкий залив) в 2022 г.

Материалом для исследования послужили пробы зоопланктона, собранные с июля по сентябрь в 2022 г. на станциях с глубиной 20 м. Отбор проб провели методом вертикального лова сетью Джеди с диаметром входного отверстия 0,12 м от дна до поверхности с последующей фиксацией проб 4%-ным формалином и камеральной обработкой в лабораторных условиях по стандартным методикам.

Планктонная фауна заданного района насчитывала 28 таксонов различных систематических групп. Среди гидробионтов присутствовали представители голопланктона: копеподы (класс Copepoda), эвфаузииды (класс Malacostraca, семейство Euphausiidae), коловратки (тип Rotifera, класс Eurotatoria), ветвистоусые (класс Branchiopoda, отряд Cladocera), щетинкочелюстные (класс Sagittoidea) и оболочники (класс Appendicularia). К копеподам относились каланоиды (отряд Calanoida) *Acartia (Acartiura) longiremis*, *Centropages abdominalis*, *Eucalanus bungii*, *Eurytemora herdmani*, *Pseudocalanus minutus*, *Tortanus discaudatus* и циклопиды (отряд Cyclopoida) *Oithona similis*, *Triconia borealis*. Эвфаузиевые раки были представлены науплиями и личинками *Thysanoessa* sp., щетинкочелюстные – *Parasagitta elegans*, оболочники – *Oikopleura* sp., коловратки – *Notholca japonica*, *Synchaeta bacillifera*, ветвистоусые рачки – *Evadne nordmanni* и *Podon leuckarti*.

Меропланктон составляли такие ракообразные, как гарпактициды (отряд Harpacticoida) – *Microsetella norvegica* и *Halectinosoma abraui*, личинки и молодь мизид (отряд Misida) – *Xenacanthomysis pseudomacropsis*, амфиподы (отряд Amphipoda) – *Gammarus* sp., *Themisto* sp., личинки десятиногих раков (отряд Decapoda) – *Macrura* sp. Также в состав меропланктона входили молодь двустворчатых (класс Bivalvia) и брюхоногих (класс Gastropoda) моллюсков, личинки и нектохеты полихет (класс Polychaeta), науплии и личинки усонюгих раков (отряд Cirripedia), планктонная стадия гидроидов (класс Hydrozoa) – *Aglantha digitale*, личинки иглокожих (тип Echinodermata). В некоторых пробах отмечена икра рыб.

Средняя величина биомассы зоопланктона за июль–сентябрь 2022 г. составила 176,1 мг/м³. При этом самые высокие показатели биомассы выявлены в июле – 232,9 мг/м³ и низкие в сентябре – 107,9 мг/м³, соответственно. Доминировали в планктоне в течение всего периода исследований копеподы (в среднем 62,1 % от общей биомассы). Наиболее многочисленным видом среди них был – *E. bungii*. Среди других таксонов доминантный комплекс по биомассе формировали полихеты (16,6 %) и моллюски (6,8 %). Вклад остальных таксонов составлял менее 5%: амфипод 3,2 %, коловраток 2,9 %, щетинкочелюстных 2,8 %, мизид 2,5 %. Представительство таких планктеров как молодь гидромедуз, эвфаузиид, кладоцер, оболочников, декапод, личинкок иглокожих и усонюгих раков составляло менее 1 %.

Современные изменения климата и их возможное влияние на российское рыболовство

Булатов О.А., Кровнин А.С.

Центральный институт ФГБНУ «ВНИРО»
e-mail: obulatov@vniro.ru

Россия относится к крупнейшим рыбодобывающим странам мира с годовым уловом около 5 млн т, большая часть которого приходится на бассейны северо-восточной Атлантики и северо-западной части Тихого океана. Основу отечественного промысла составляют минтай, тихоокеанские лососи, треска и сельди. Однако запасы основных промысловых объектов подвержены значительной межгодовой и многолетней изменчивости в пространстве и во времени. Поэтому при разработке долгосрочной стратегии развития рыбохозяйственного комплекса России необходимы сценарии вероятных изменений запасов основных промысловых видов, влияющих на устойчивость рыболовства. Динамика численности и биомассы промысловых рыб в значительной мере обусловлена глобальными и региональными изменениями климата. Тренд потепления климата, отмечающийся на протяжении последних 100-150 лет, происходит неравномерно вследствие наличия цикличности с периодами от 8-15 до 50-60 лет. Аналогичные по цикличности колебания выявлены в изменениях численности и биомассы многих объектов российского промысла. При этом для короткоцикловых видов рыб, таких как горбуша, сардина-иваси, характерно чередование эпох высокой и низкой численности с периодом около 60 лет, а изменчивость запасов рыб со средней продолжительностью жизненного цикла, например, минтая и трески, происходят с периодичностью 10-15 лет. Отмеченные периодичности служат основой для выявления прогностических статистических связей между физическими параметрами среды (климатическими индексами) и биологическими характеристиками промысловой популяции (уровнем пополнения, биомассой). Следует отметить, что в последние 20-30 лет на фоне отмеченных выше циклов значительно усилилась короткопериодная изменчивость климата, связанная с увеличением частоты формирования «тепловых волн», прежде всего, в северной части Тихого океана. Этот процесс, очевидно, стал причиной резкого роста запасов дальневосточных лососей в конце 2010-х гг. Долговременная тенденция повышения температуры воды приводит к расширению границ ареалов популяций бореальных рыб в северном направлении, что особенно актуально для отечественного промысла, ведущегося, в основном, в умеренных, субарктических и арктических районах. Недавно открытые скопления минтая в Чукотском море позволили сформировать новый район промысла. Однако, при этом следует учитывать, что, например, такие донные виды, как треска и пикша Баренцева моря, обитающие на мелководных шельфовых районах до глубин 300-400 м, уже практически достигли северной границы континентального шельфа и, в случае похолодания, начнется обратный процесс – сокращения ареала. Тогда как мойва и сайка, будут способны мигрировать дальше в северном направлении, увеличивая численность и биомассу. При условии сохранения тенденции к потеплению будут созданы перспективы хозяйственного освоения дополнительной сырьевой базы в Баренцевом, Карском и Чукотском морях.

В целом, ожидаемое к 2030-2035 гг. изменение климата в тихоокеанском регионе с учетом смены тренда потепления на похолодание позволяет предположить рост уловов дальневосточной сардины, сахалино-хоккайдской сельди и ставриды ЮВТО, в то время как численность и биомасса минтая, трески и тихоокеанской сельди будет снижаться. В Северо-Восточной Атлантике будет происходить снижение запасов северо-восточной арктической трески и пикши, при росте численности и биомассы баренцевоморской мойвы и норвежской весенне-нерестующей сельди. В целом, вылов России к 2030 г. может увеличиться до 5,5 млн т.

Сравнительный анализ результатов учётной траловой съёмки и прибрежного мониторинга осетровых видов рыб Азовского моря в октябре 2022 г.

Васёв А.Б.^{1,*}, Ульченко В.А.¹, Гуськова О.С.²

¹Центральный институт ФГБНУ «ВНИРО»

²Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)

*e-mail: anvasev@mail.ru

Осетровые рыбы (Acipenseridae) являются не только национальным достоянием Российской Федерации, но и биологическими ресурсами, имеющими мировое значение.

По данным многолетних ихтиологических исследований в Азовском море и в основных впадающих в него нерестовых реках (Дон и Кубань) обитало пять видов осетровых рыб: осётр русский *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt et Ratzeburg, 1833; севрюга *Acipenser stellatus* Pallas, 1771; белуга *Huso huso* (Linnaeus, 1758); стерлядь *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758 и шип *Acipenser nudiventris* Lovetsky, 1828.

После полного отсутствия в уловах учётных траловых съёмок (далее - УТС) в 2012–2013 гг. русского осетра постоянно отмечают, начиная с 2014 г., с постепенным увеличением частоты встречаемости. Связано это, в первую очередь, с усилением охраны запасов водных биоресурсов Азовского моря, в том числе у побережья Крыма.

С 2014 по 2022 гг. наблюдается тенденция возрастания численности осетра русского и севрюги в Азовском море. Большую часть популяции составляют заводские рыбы.

В октябре 2022 г. была проведена УТС, в это же время был выполнен мониторинг осетровых рыб на ставных неводах при промысле прибрежных рыболовецких бригад Кубанского побережья Азовского моря.

В результате УТС в Азовском море было отмечено два вида осетровых видов рыб: осетр русский и севрюга, в соотношении 93 % и 7 % соответственно. При мониторинге промысла ставными неводами наблюдалось иное видовое соотношение: в уловах преобладала севрюга – 53 %, осетр русский составил 43 %, а также была зафиксирована белуга – 4%. Такое видовое распределение подтверждает литературные данные о том, что значительная часть севрюги сконцентрирована в восточной части Азовского моря.

Сравнение размерных групп показало следующее: при проведении УТС большая часть осетра русского (70 %) была представлена размерной группой до 70 см, а в прибрежной зоне при промысле ставными неводами - всего 41%. Средняя масса осетра составила 4,2 кг, при проведении УТС - 5,4 кг. Севрюга, учтённая при мониторинге промысла в среднем, имела размеры 78 см и массу 1,7 кг, а при УТС - 61 см и массу 0,8 кг.

Таким образом, за время наблюдений на ставных неводах в восточной прибрежной части Азовского моря видовое разнообразие осетровых видов рыб больше, чем в открытой части моря во время проведения УТС. Линейный размер осетра в среднем оказался больше в уловах ставных неводов, по средней массе – в тралениях УТС. Размеры севрюги, в среднем, были больше в прибрежной части. Возможно, такое распределение связано с коэффициентом уловистости орудий лова, а также более благоприятными условиями нагула и среды обитания в прибрежной части Азовского моря.

Динамика теломер и транскрипционные перестройки, связанные с термической адаптацией байкальского сига (*Coregonus baikalensis*)

Вахтеева Е.А., Королева А.Г., Сапожникова Ю.П., Яхненко В.М., Сидорова Т.В., Черезова В.М., Волкова А.А., Глызина О.Ю., Суханова Л.В.

Лимнологический институт СО РАН

e-mail: vakhteevaevgenia@mail.ru

Позвоночные животные выработали множество стратегий, позволяющих инициировать точно выверенные реакции в ответ на повышение температуры. Целью настоящего эксперимента с термически адаптированной и неадаптированной молодью байкальского сига (*Coregonus baikalensis*), подвергшейся термическому стрессу, было выяснение взаимосвязи между сохранением длины теломер, активностью теломеразы и экспрессией специфических генов. Как показал транскрипционный анализ, ряд дифференциально экспрессируемых генов, таких как HSP-70, HK1, COX1, SERCA2 и другие, связаны с тепловым стрессом, вызванным резким повышением температуры. При анализе тепловой карты с использованием кластерного анализа контрольные адаптированные и неадаптированные особи сига были включены в один и тот же кластер по уровню транскрипции. Адаптированные особи, подвергнутые термическому стрессу, также были близки к контролю. Однако, подверженные термическому стрессу неадаптированные особи образовали отдельную независимую кладу. В данном случае авторами отмечено яркое проявление явления «гормезиса», когда предварительная адаптация меняла дальнейшую реакцию генов на последующий температурный шок. При резком повышении температуры активность теломеразы в жабрах и сердце молодежи сига достоверно не менялась, тогда как в печени адаптированных рыб выявлялось увеличение активности этого фермента по сравнению с контролем. Стресс повышал активность теломеразы у адаптированных особей по сравнению с адаптированными (Mann-Whitney U test, $p=0,05$) и неадаптированными ($p < 0,05$) контрольными особями в группе крупных особей, у мелких форм сига - только по сравнению с адаптированным контролем ($p < 0,05$). Размер особей также был связан с активностью теломеразы в сердце в контрольных группах: у крупных особей активность теломеразы была выше, чем у мелких ($p < 0,05$). Длина теломер в жабрах увеличивалась у мелких особей, у крупных форм – укорачивалась ($p < 0,05$). Кроме того, у крупных адаптированных сигов в печени наблюдались более длинные теломеры ($p < 0,05$), что коррелирует с повышенной теломеразной активностью. Тканеспецифическая реакция, скорее всего, связана с различной функциональностью органов: жабры, как респираторная поверхность, накапливала высокие концентрации активных форм кислорода; сердце, как жизненно важный орган, оставался стабильным; в печени, органе, отвечающем за метаболизм, происходила активная реакция на уровне фермента теломеразы, чтобы компенсировать потерю теломер. Судя по всему, мелкие формы использовали так называемую «компенсаторную» стратегию, а у крупных форм наблюдалась «консервативная» стратегия при воздействии температурного стресса, при которой реакция на стресс блокируется, и перераспределения энергии не наблюдается. В данном случае температурная адаптация также влияет на теломерный и теломеразный ответ и может иметь превентивный эффект в развитии стрессовых реакций. Таким образом, предшествующий тепловой шок (адаптация) повышает устойчивость байкальского сига к последующему термическому стрессу. Интеграция всех полученных данных вносит важный вклад в понимание биологии сложных признаков и пластичности диких и аквакультурных форм сиговых рыб. Результаты помогут прояснить связь между благополучием и будущим эволюционным успехом видов в естественной среде.

Исследование выполнено при поддержке РФФИ (грант №23-24-00644) на базе УНУ «Экспериментальный пресноводный аквариумный комплекс байкальских гидробионтов» (ПАК) ЛИИ СО РАН.

Оценка токсико-экологических показателей во внутренних водоемах Республики Дагестан

Гаджиева Д.Г., Магомедов Г.А.

ЗКО ФГБНУ «ВНИРО» Волжско-Каспийского филиала («КаспНИРХ»)
e-mail: dinagansova@icloud.com

Оценка качества среды обитания водных биологических ресурсов в 2022-2023 гг. показала, что гидрохимический режим р. Южный Аграхан формировался при колебаниях температур от 0,3 до 31,5 °С. Все гидрохимические параметры, определяемые в водах и грунтах, находились в пределах допустимых норм и соответствовали среднегодовым данным

Загрязнение вод изучаемого подрайона нефтепродуктами фиксировались в интервале предельно допустимых концентраций рыбохозяйственных норм. По результатам биологической индикации водотоки характеризуется следующим образом: р. Сулак - олигосапрбный водоток 2-го чистого класса качества в районе г. Кизилюрт, а устьевой части характеризуется как удовлетворительно чистый, β-мезосапробный. Воды р. Терек и оз. Южный Аграхан - мезосапробные, относятся к 3-му удовлетворительному классу качества. Использование: питьевое, рыбохозяйственное, рекреационное. Отсутствие острого токсического действия вод и водных вытяжек грунтов на тест-объекты различных трофических уровней свидетельствует об удовлетворительной в целом токсикологической обстановке в пресноводных акваториях исследуемого рыбохозяйственного подрайона.

Генетическая характеристика донской популяции стерляди (*Acipenser ruthenus*)

Гайдамаченко В.Н.^{1,3}, Алимова А.Ш.^{1,2}, Небесихина Н.А.¹

¹Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)

²Донской государственный технический университет

³Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии

им. Д.И. Ивановского

e-mail: gaidamachenkovn@azniirkh.vniro.ru

Стерлядь (*Acipenser ruthenus*) относится к семейству осетровых, которые по причине чрезмерного антропогенного влияния находятся под угрозой исчезновения. Ареал обитания стерляди на юге России охватывает бассейны ряда рек, впадающих в Азовское, Черное и Каспийское моря. Целью данной работы является генетическая характеристика донской популяции стерляди по пяти высокополиморфным локусам.

В ходе работы рыбопропускного шлюза в низовье Дона, район Семикаракорска, было отобрано 98 экземпляров плавниковой каймы стерляди. Образцы отобраны в период с марта по май 2023 г. Фрагмент фиксировался в 96 % спирте. Выделение ДНК осуществлялось набором реагентов «ДНК-Экстран-2». Для анализа использовались пять полиморфных локусов (AoxD161, AoxD165, An20, Afug51, Afug41). Статистическую обработку полученного материала проводили в GenAlex (v 6.5).

Анализ полученных данных показал, что в выборке выявлено 59 аллелей. Наименьшее количество аллелей на локус наблюдается в локусе An20 и составляет 8, в локусе Afug51 равно 9. Степень неравномерности распределения видов в популяции можно увидеть через индекс Шеннона, который составляет $1,856 \pm 0,167$. Ожидаемая гетерозиготность равна 0,775, что незначительно превышает наблюдаемую. Коэффициент инбридинга $0,044 \pm 0,034$. Высокую степень разнообразия можно отследить в локусе Afug41, где число эффективных аллелей равно 17. Индекс фиксации составляет $0,779 \pm 0,041$.

По итогам микросателлитного анализа можно сделать вывод, что в локусе An20 и Afug51 наблюдается превышение ожидаемой гетерозиготности над наблюдаемой, что свидетельствует о снижении полиморфизма этих локусов в природной популяции стерляди.

Промысловая эксплуатация леща (*Abramis brama* L.) в Саратовском и Волгоградском водохранилищах

Гашиников М.П.

Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО»

E-mail: gashnikov1997@mail.ru

На основании результатов ихтиологических съемок и данных промышленного вылова был выполнен сравнительный анализ основных промысловых показателей леща (*Abramis brama* L.) в Саратовском и Волгоградском водохранилищах. При существующей интенсификации промысла запасы данного вида находятся в стабильном состоянии. Объемы промысловых запасов и вылова леща в Волгоградском водохранилище сравнительно выше. Река Волга практически на всем своем протяжении (от верховья до г. Волгоград) зарегулирована плотинами ГЭС. Саратовское и Волгоградское водохранилища являются последними в каскаде, площадь которых 183 тыс. га и 312 тыс. га соответственно. Промысел на обоих водохранилищах ведется на основе рыболовных участков, основными орудиями лова являются ставные сети. Интенсификация промысла основных видов, в том числе и леща, находится на относительно высоком уровне. Поэтому постоянный мониторинг и актуализация данных путем анализа промысловых характеристик является важным элементом в рациональном использовании водных биологических ресурсов.

Материалом работы послужили данные, собранные в результате мониторинговых исследований на Саратовском и Волгоградском водохранилищах в 2017-2021 гг. Сбор и обработку материала проводили по общепринятым методикам.

Промышленный вылов леща за исследуемый период в среднем за год составил 446 т и 541 т в Саратовском и Волгоградском водохранилищах соответственно. За период 2017-2021 гг. изменения промыслового запаса и вылова в обоих водохранилищах не претерпевали существенных изменений. Проведенные исследования показали, что промысловый запас и объемы вылова леща в Волгоградском водохранилище выше, чем в Саратовском. Средний показатель промыслового запаса в Саратовском водохранилище составляет 3524 т (изменения в пределах от 3382 до 3650 тонн), в Волгоградском – 3957 т (3800 – 4288 тонн). Объемы промышленного вылова соответственно имеет следующие значения: 446 т в Саратовском водохранилище (344 – 524 тонн) и 541 т (439 – 629 тонн). Если учитывать превосходящую площадь Волгоградского водохранилища, то разница по показателям не значительна. Также одной из причин может быть более высокая численность других потребителей бентоса (густера, плотва и др.) в Волгоградском водохранилище. В целом запас леща в обоих водохранилищах достаточно стабильный и может обеспечить высокие ОДУ и сам вылов.

Велигеры *Dreissena* sp. в зоопланктоне Куйбышевского водохранилища

Гвоздарева М.А.

Татарский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТатарстанНИРО»)

e-mail: Rita_6878@mail.ru

Понто-каспийские вселенцы рода *Dreissena* (*Dreissena bugensis* и *D. polymorpha*) и их планктонные личинки (велигеры) – компоненты донных и планктонных сообществ Куйбышевского водохранилища. Велигеры способствуют массовому распространению моллюсков по водоему. используют пищевые ресурсы пелагиали и сами могут служить пищей для планктофагов. В данной работе проводится оценка сезонной и многолетней динамики численности и доли велигеров *Dreissena* sp., их пространственное распределение по акватории Куйбышевского водохранилища. Материалом послужили результаты гидробиологических съемок в период 2018–2022 гг. на прибрежных и русловых станциях семи плесов Куйбышевского водохранилища (Волжский, Камский, Волжско-Камский, Тетюшинский, Ундорский, Ульяновский и Приплотинный). Пробы зоопланктона отбирали путем протягивания сети Джели (мельничный газ № 76) от дна до поверхности, с последующей фиксацией 4 %-ым раствором формалина. По литературным данным размножение дрейссенид начинается при прогреве воды до температуры (Т) 12–17°C, в планктоне велигеры начинают появляться в мае-июне. Согласно нашим исследованиям в Волжском плесе Куйбышевского водохранилища первые велигеры регистрировались уже в мае при Т=8 °С. В период с 2018 по 2022 гг. средняя численность велигеров *Dreissena* характеризовалась значением $6,28 \pm 1,33$ тыс. экз./м³ ($2,33 \pm 0,03$ % от суммарной плотности зоопланктона) и изменялась в широком диапазоне 0–330,19 тыс. экз./м³ (0–62,0 %). Высокая их плотность отмечалась в июне и июле ($15,44 \pm 8,59$ и $15,56 \pm 3,57$ тыс. экз./м³, соответственно), а доля в общей численности составляла около 11 ± 1 %. Максимальный вклад личинок (28,7%) в суммарную численность зоопланктона ($4,24 \pm 1,30$ тыс. экз./м³) был отмечен в сентябре. Низкая плотность велигеров зафиксирована в октябре ($0,20 \pm 0,05$ тыс. экз./м³, $22,7 \pm 7,9$ %), а минимальный вклад – в мае ($3,2 \pm 1,5$ %, $1,12 \pm 0,67$ тыс. экз./м³). Анализ межгодовой динамики численности личинок дрейссенид показал значительные изменения их обилия от года к году: 2018–2019 гг. – рост с максимальным значением в 2019 г. ($23,26 \pm 11,78$ тыс. экз./м³); 2020–2021 гг. – снижение до $2,24 \pm 1,26$ тыс. экз./м³ (2021 г.); 2022 г. – увеличение до $7,44 \pm 2,39$ тыс. экз./м³. В пространственном аспекте высокая плотность велигеров отмечалась в Волжском и Волжско-Камском плесах $12,18 \pm 2,62$ и $13,11 \pm 6,23$ тыс. экз./м³ ($9,7 \pm 1,5$ % и $10,4 \pm 2,1$ %), соответственно. В акватории Ундорского плеса личинки дрейссенид имели наибольший вклад ($15,8 \pm 3,7$ %) в значение численности ($6,17 \pm 1,89$ тыс. экз./м³), а в Приплотинном – минимальную плотность ($0,72 \pm 0,20$ тыс. экз./м³) и долю ($5,3 \pm 1,4$ %). Таким образом, выявлено, что планктонный период в жизненном цикле моллюска *Dreissena* sp., на примере Куйбышевского водохранилища, продолжается с мая по первую декаду октября. Наличие ранней личинки в водохранилище, возможно, говорит о том, что дрейссены приспособились размножаться при более низких температурах. Наибольшую роль в формировании численности зоопланктона велигеры играли в Волжском и Волжско-Камском плесах. Сезонная динамика этого показателя выявила два пика развития – июнь и июль. Отмечена заметная межгодовая вариация показателей плотности велигеров в суммарных пробах планктонных беспозвоночных от 3 до 49 %. Полученные результаты, по-видимому, связаны с изменением обилия взрослых моллюсков и их репродуктивного цикла, а также межгодовыми различиями кислородного и термического режимов Куйбышевского водохранилища.

Применение экспериментального субстрата для исследования зооперифитона водных техноэкосистем на примере водоема-охладителя Тюменской ТЭЦ-1 (г. Тюмень)

Герасимов А.Г.¹, Герасимова А.А.², Шарапова Т.А.²

¹Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»)

²ФГБУН ФИЦ ТюмНЦ СО РАН, подразделение Институт проблем освоения Севера
e-mail: g.aleksey72@gmail.com

Зооперифитон наряду с зообентосом является одной из основных составляющих контурных группировок в водных экосистемах. Водные техноэкосистемы (в том числе водоемы-охладители) подвержены повышенной нагрузке (сброс теплоносителя, повышенная скорость течения). В 2005 г. В.А. Яковлев сделал следующее заключение. Влияние подогретых сбросов совпадает по экологическому эффекту с антропогенным воздействием. Изучение зооперифитали с применением экспериментальных субстратов позволяет не только проследить сукцессионные процессы, но и исследовать пространственное распространение организмов на субстрате в зависимости от условий биотопа. Существуют целые установки для проведения подобных исследований, описанные в работах А.А. Протасова, А.И. Раилкина, Т.А. Шараповой. Авторами в качестве экспериментального субстрата были выбраны силикатные кирпичи с ровной поверхностью. Целью работы было определить с помощью экспериментальных субстратов пространственное распределение организмов зооперифитали на примере водоема-охладителя ТЭЦ-1 (г. Тюмень). Исследование зооперифитона с применением экспериментального субстрата проводилось в 2016 г. на 4 станциях. Описание водоема-охладителя, его карта, станции отбора проб, температурный и скоростной режим приведены в 2021 г. в работе Герасимовой А.А. с соавторами «Колониальные беспозвоночные в зооперифитоне водоема-охладителя ТЭЦ-1 (Западная Сибирь)». Условно грани кирпича были поделены на 5 поверхностей: 1 – верх кирпича, 2 – передняя поверхность (обращена к течению), 3 – боковые поверхности, 4 – нижняя поверхность, 5 – задняя часть кирпича. Каждую поверхность кирпича на станциях с течением счищали в отдельную кювету, на станциях без течения две пробы: все боковые и торцевые грани (поверхности 2, 3, 5) и верхняя часть (поверхность 1). Так как на станциях без течения кирпич плотно прилегал ко дну, то обрастание поверхности 4 было нулевым. Пробы фиксировали 4 % раствором формальдегида. Кирпичи устанавливались в двух экспозициях: один и два месяца. На каждой станции эксперимент был проведен в трех повторностях (по три кирпича для каждой экспозиции). Всего в рамках данной работы было отобрано и проанализировано 84 пробы. Всего в ходе работ было отмечено 87 видов и таксонов беспозвоночных. Наиболее часто встречались представители остракод, малощетинковых червей и двукрылых (хирономиды). В доминирующий комплекс по биомассе на всех станциях входили моллюски, мшанки и хирономиды. Минимальное число видов (11) отмечено на 4 поверхности (станции 1 и 5), максимальное – 30, выявлено на 5 станции (поверхность 2 и 3) при экспозиции два месяца. Так же на всех участках и на всех поверхностях отмечаются виды: *Plumatella emarginata*, *Oligochaeta* и *Nematoda*. По поверхностям экспериментального субстрата на станциях без течения (2 и 4) гидробионты были распределены довольно однородно, на станциях же с течением при экспозиции один месяц организмы более плотно заселяли поверхности 1 и 5, при экспозиции два месяца самыми плотно заселёнными поверхностями были 2 и 3. Это связано с тем, что при более продолжительной экспозиции поверхности 4 и 5 заносит илом, а поверхность 1 зарастает колониальными беспозвоночными.

Оценка накопления ртути в воде нижнего течения реки Дон для целей аквакультуры и искусственного воспроизводства гидробионтов

Горгола Л.Г.^{1,2}, Барабашин Т.О.^{1,2}, Короблина И.В.¹

¹Азово-Черноморский филиал ("АзНИИРХ") ФГБНУ "ВНИРО"

²Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского ЮФУ

e-mail: gorgolalg@azniirkh.vniro.ru

Поступление ртути и её соединений в водоёмы может вызывать различные негативные последствия и особо опасную роль играет ртуть для водной биоты. Нарушения нормативов может приводить к ухудшению санитарного состояния водоемов и к гибели гидробионтов. Экспериментально установлено, что у позвоночных высокие уровни содержания ртути в тканях приводят к хромосомным абберациям, патологии крови, а также негативно воздействуют на нервную систему и эмбриональное развитие плода. Водные биологические ресурсы, в особенности рыба, являются одним из основных источников питания человека. Мониторинг содержания ртути в рыбе является неотъемлемой частью контроля загрязняющих веществ в гидробионтах. Высокие концентрации ртути в рыбе способны вызывать: острые и хронические отравления у человека, поражения нервной, пищеварительной и сердечно-сосудистой систем. В некоторых случаях отравление ртутью вызывает у человека смерть.

Целью данной работы было оценить накопление ртути в воде нижнего течения реки Дон для целей аквакультуры, в том числе и искусственного воспроизводства гидробионтов.

В данном исследовании было проанализировано 16 проб воды, отобранной на 8 мониторинговых станциях нижнего течения реки Дон. Отбор проб проводился в весенний и осенний периоды 2023 г. В пробах воды проводились исследования на содержание растворённой ртути с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии в "холодном паре" на приборе анализатор ртути РА 915 - М с приставкой РП-92. Все исследования проводились по аттестованным методикам количественного химического анализа.

В результате исследования в весенний период были получены данные, в которых концентрация ртути составила: на станции Романовской – 0,006 мкг/л, на станции в г. Семикаракорск – 0,010 мкг/л, на станции ниже устья реки Сал – 0,004 мкг/л, на станции ниже устья реки Маныч – 0,006 мкг/л, у протока Аксай – 0,007 мкг/л, ниже реки Темерник – 0,001 мкг/л, ниже сброса городской канализации г. Ростова-на-Дону – 0,006 мкг/л и на станции гирла Мокрая Каланча – 0,003 мкг/л. В осенний период были получены данные, где концентрация ртути составила: на станции Романовской – 0,003 мкг/л, на станции в г. Семикаракорск – 0,001 мкг/л, на станции ниже устья реки Сал – 0,002 мкг/л, на станции ниже устья реки Маныч – 0,001 мкг/л, у протока Аксай – 0,001 мкг/л, ниже реки Темерник – 0,001 мкг/л, ниже сброса городской канализации г. Ростова-на-Дону – 0,003 мкг/л и на станции гирла Мокрая Каланча – 0,001 мкг/л. Во всех исследуемых пробах концентрации ртути были ниже предела обнаружения, кроме одной пробы, отобранной на станции отбора проб, расположенной в городе Семикаракорск. В данной точке концентрация ртути составила 0,010 мкг/дм³, что находится на уровне ПДК_{р/х} (0,010 мкг/дм³).

Таким образом, можно сделать вывод, что накопление ртути не повлияет на благоприятное искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов и аквакультуру в целом.

Проблемы развития промышленного рыболовства в Центральном федеральном округе России

Горячев Д.В., Никитенко А.И.

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)
e-mail: gdv1892@mail.ru

Рыбное хозяйство России представляет собой сложный взаимосвязанный производственно-хозяйственный комплекс с развитой многоотраслевой кооперацией и международными связями, глубоко интегрированный в экономику страны. На территории более 2,5 млн рек общей протяженностью 523 тыс. км, из них – 120 тыс. длиннее 10 км. Площадь озер и водохранилищ превышает 110 тыс. км². По длине рек и по площади пресных водоемов наша страна находится среди мировых лидеров, чего нельзя сказать об объемах вылова в них. В 2009 г. общий вылов в пресных водоемах составил, по официальным данным, немногим более 113,5 тыс. т, в 2013 г. отмечено уменьшение до 103,3 тыс. т, а в 2021 г. восстановление к более ранним показателям – 116,8 тыс. тонн. За более чем 10 лет фактически отсутствует рост объемов добычи водных биоресурсов. Достаточно близок к нам по рыбохозяйственному фонду пресных водоемов Китай, где общая протяженность рек уступает российской – 430 тыс. км, площадь озер и водохранилищ тоже меньше – около 80 тыс. км². Однако объем добычи в Китае значительно выше, чем в России. В 2008 г. в пресных водоемах поднебесной было добыто 2,25 млн т водных биоресурсов, что почти в 20 раз больше, чем в наших водоемах. Существуют следующие проблемы развития пресноводного промышленного рыболовства: отсутствие налаженной статистической отчетности; несовершенство действующего законодательства; низкая экономическая эффективность пресноводного промысла.

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») (далее – Филиал) осуществляет государственный мониторинг на территории 16 субъектов и в соответствии с приказами № 155 и № 104 разрабатывает ОДУ (Рыбинское водохр.) и рекомендованный вылов для 44 водоемов общей площадью 656 тыс. га. Филиал в соответствии с поручениями Федерального Агентства по рыболовству, запрашивает у исполнительных органов власти субъектов предложения по включению в план приоритетных водных объектов. Однако от большинства поступают письма с отсутствием предложений в план. На Научно-промысловом совете многие субъекты обращались с предложениями исключить район промысла, что показывает не заинтересованность в развитии пресноводного промысла. В соответствии с приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 07.04.2016 № 134. Договоры пользования водными биологическими ресурсами, общий допустимый улов которых не устанавливается, заключаются органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в отношении водных биологических ресурсов внутренних вод Российской Федерации (за исключением внутренних морских вод Российской Федерации), за исключением катадромных и трансграничных видов рыб. В настоящий момент учитывая розничные цены и объемы рекомендованного вылова, считаем необходимым эксплуатировать крупные водные объекты, находящиеся в непосредственной близости от городов.

Можно выделить два направления развития: 1) заключение договоров пользования водными биологическими на определенные участки для каждого пользователя в удалении от мест отдыха граждан; 2) формирование рыбоводных участков для пастбищной аквакультуры. Наиболее перспективным направлением для данных водоемов, является развитие пастбищной аквакультуры.

Перспективы использования сублимационной сушки в технологиях рыбной пищевой продукции

Гриневич А.И., Зарубин Н.Ю., Лаврухина Е.В.

ФГБНУ «ВНИРО»

e-mail: agrindairy@yandex.ru

Поскольку проблема сохранности качества получаемого продукта всегда является одной из определяющих в технологии, необходимым является изучение способов консервирования полученной пищевой рыбной продукции. Среди данных способов наиболее широко распространены две технологии, обеспечивающие последующее хранение без существенных изменений качественных характеристик изделий. Речь идет о холодильной обработке (охлаждение или замораживание) и полном либо частичном удалении влаги из объектов до заданного уровня путем обезвоживания (технология сушки). Наиболее перспективным, по мнению авторов, является последнее. Использование продукта в сухом виде востребовано как для расширения сферы его применения, так и для увеличения стойкости в хранении и пролонгирования сроков годности. Также технология сушки решает задачи максимальной сохранности органолептических, физико-химических и функционально-технологических показателей продукции и обеспечивает сохранность полезных для организма человека нутриентов (белки, полиненасыщенные жирные кислоты, витамины и т.д.) при продолжительном сроке годности. Для достижения наибольшей сохранности качественных показателей пищевой продукции среди технологий сушки наибольшую эффективность имеет сублимационная сушка. При этом на российском продовольственном рынке практически не представлена сублимированная пищевая рыбная продукция, которая востребована в составе готовых к употреблению (или высокой степени готовности) пищевых продуктов и является перспективным направлением современных научных исследований. Использование сублимационной сушки в технологиях рыбоперерабатывающей отрасли позволит: 1) сохранить высокие вкусовые свойства, пищевую, в том числе, биологическую ценность продуктов питания в течение продолжительного срока годности (до 2-5 лет), а также физиологически функциональные пищевые ингредиенты, подвергающиеся разрушению при высоких температурах обработки; 2) исключить необходимость холодильного хранения, так как сухие продукты могут длительное время храниться при положительных температурах; 3) снизить массу продукции после сушки, что уменьшит расходы на погрузочные работы и их транспортировку, а система реализации таких продуктов упростится, поскольку удлинятся сроки реализации товара; 4) обеспечить быструю регидратацию продукта после восстановления водой и полную растворимость мелкодисперсных и порошковых материалов; 5) получить низкую конечную влажность в продукте по сравнению с другими видами сушки, что позволит хранить продукт в герметичной упаковке в условиях нерегулируемых температур.

Высушенное способом сублимационной сушки рыбное сырье может стать основой для разработки рецептурных композиций функциональных, обогащённых и специализированных пищевых продуктов, а также продуктов общего потребления. В состав можно вносить различные физиологические компоненты, что повысит биологическую ценность и позволит создать продукт «быстрого питания» для здорового образа жизни. Следует отметить, что ведущие зарубежные фирмы, занимающиеся выпуском аналогичной продукции, представляют ее в виде сухого продукта, полученного непосредственно за счет сублимационной сушки.

Термические условия среды в морском побережье как фактор определяющий появление высокочисленных поколений карагинской горбуши

Дедерер Н.А.

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)
e-mail: nikitadederer@tinro.ru

Хронология промышленного использования запасов карагинской горбуши насчитывает более 110 лет. Однако, именно в последние 2 десятилетия объемы вылова горбуши двух генеративных линий достигли максимальных показателей. Рост численности карагинской горбуши вызывает интерес не только ученых, но и предприятий рыбной промышленности, нуждающихся в достоверных прогнозах на ближайшую и долгосрочную перспективы.

Численность будущего поколения напрямую зависит от объема успешно отнерестившихся производителей и условий среды, особенно, на ранних этапах жизненного цикла молоди горбуши. Условия среды за рассмотренный период претерпели значительные изменения, наблюдается рост средних значений температуры воздуха на нерестовых участках, соответственно процессы таяния снега и весенние речные паводки начинаются в более ранние сроки. Увеличилась и температура поверхности воды Карагинского залива в весенне-летний период, соответственно молодь горбуши после речных покатных миграций попадает в более прогретые прибрежные воды, чем несколько десятков лет назад. Температура поверхности воды выступает здесь в роли маркера, несущего информацию о старте весенних процессов и развитии кормовой базы.

В рамках работы была рассмотрена изменчивость сроков покатной миграции молоди горбуши из р. Хайлюля в прилегающие акватории Карагинского залива. Проанализирована связь температуры прибрежных вод в 1978-2020 гг. с динамикой численности двух генеративных линий карагинской горбуши. Для получения средневзвешенных оценок температуры прибрежных вод в период покатной миграции средняя температура воды в каждую декаду периода ската приводилась к доле покатников, скатившихся в эту декаду. Таким образом, удалось проследить в какие условия среды попала основная доля покатников горбуши в морском побережье. Сделан вывод об оптимальных условиях ската молоди после 2002 г., в этот период температура воды составляла не менее 5,6° С, в отдельные годы достигая 9,9 °С (в среднем 7,8 °С), с устойчивой тенденцией к росту. Высказывается предположение, что к концу первого десятилетия 2000-х гг. фактор развития кормовой базы молоди перестал играть лимитирующую роль при формировании поколений карагинской горбуши. Предложена оригинальная модель (обучающая выборка включает период 1975-2020 гг.) динамики численности горбуши, учитывающая в качестве независимых переменных температуру прибрежных вод в конце июня и численность нереста родителей с приемлемым качеством описания ($R^2=0,791$). Была предпринята попытка получения прогнозных оценок на перспективу поколений, вернувшихся в 2021-2023 гг., получен удовлетворительный результат. Сделан вывод о необходимости пересмотра представлений о величине ориентира пропуска и моделей управления промыслом.

Анализ литературных данных по филогении вируса инфекционного некроза гемопоэтической ткани (IHNV) лососевых рыб

Дыкина Н.В., Рудакова С.Л.

Центральный институт ФГБНУ «ВНИРО»
e-mail: dyki@vniro.ru

Инфекционный некроз гемопоэтической ткани (IHNV) – опасная болезнь лососевых рыб, вызывает гибель до 100 % молоди в аквакультуре. Возбудителем заболевания является вирус инфекционного некроза гемопоэтической ткани (IHNV). В настоящее время распространение IHNV представляет серьезную угрозу для форелевых хозяйств России. Выяснение путей распространения заболевания является актуальной задачей, решить которую способна филогения.

Исследование молекулярно-биологических свойств и определение нуклеотидной последовательности наиболее консервативного участка гена гликопротеина (G) IHNV – mid-G позволило классифицировать изоляты на три основные геногруппы – U, M, L, различающихся по месту выделения и хозяину. С помощью филогении удалось установить первый источник IHNV - популяция дикой нерки (*Oncorhynchus nerka*) штата Аляска.

Первая вспышка IHNV была зарегистрирована в 1950-х гг. у нерки в рыбоводных хозяйствах штатов Вашингтон и Орегон Северной Америки. В результате хозяйственной деятельности – кормления в аквакультуре молоди радужной форели (*O. mykiss*) и чавычи (*O. tshawytscha*) внутренностями зараженной нерки с консервных заводов Аляски и Британской Колумбии, а также бесконтрольных перевозок зараженной рыбы и икры, IHNV распространился на другие локации и адаптировался к другим видам лососевых рыб Северной Америки, а затем Европы и Азии. Филогения указала на близкое родство изолятов геногруппы M (в основном радужная форель из штатов Вашингтон, Орегон и бассейна реки Колумбия) и L (в основном чавыча из штата Калифорния) с изолятами геногруппы U (в основном нерка штатов Аляска и Вашингтон). В связи с этим выдвинута гипотеза о том, что геногруппы M и L были результатом адаптации вируса от нерки, обитающей на Аляске, к новым хозяевам – радужной форели и чавыче.

Филогения также показала, что в Японию вирус попал с зараженной икрой нерки, выделенные изоляты принадлежали к геногруппе U, характерной для нерки штата Аляска. В странах Азии завезенные изоляты сформировали геногруппу J. В России на Камчатке изоляты IHNV, выделенные от нерки, принадлежали к геногруппе U, характерной для нерки Аляски и Британской Колумбии. С помощью филогении удалось установить происхождение IHNV европейской геногруппы E от геногруппы M, характерной для радужной форели Северной Америки. В 1980-х гг. IHNV был завезен с икрой радужной форели во Францию и Италию, откуда распространился во многие европейские страны в результате активной торговли.

Филогения позволила не только дифференцировать геногруппы, но и воссоздать молекулярную эволюцию вируса, пути распространения заболевания и локализацию первого природного очага инфекции.

На сегодняшний день филогении IHNV в России посвящено всего несколько работ, а конкретно о филогении IHNV у радужной форели работ в доступной литературе нет. Несмотря на случаи заражения IHNV в форелевых хозяйствах, источник вируса в России остается неизвестным. Определение этого источника поможет разработать меры по предотвращению заражения и сохранения здоровья выращиваемой популяции.

Видовая структура nekтона Восточно-Сибирского моря

Емелин П.О., Мазникова О.А.

Центральный институт ФГБНУ «ВНИРО»

e-mail: emelin@vniro.ru

Восточно-Сибирское море из-за своей удаленности и тяжелых климатических условий является наименее изученным среди морей российской Арктики. Целью работы является характеристика состава и видовой структуры nekтона Восточно-Сибирского моря на основе уникальных данных комплексных экспедиций ФГБНУ «ВНИРО» и его Тихоокеанского филиала, проведенных в летне-осенний период (август-сентябрь) 2015 и 2019 гг. Всего было выполнено 40 тралений донным тралом ДТ 27.1/24.4. Для оценки общей численности и биомассы nekтона показатели обилия по траловым станциям были усреднены в пределах полуградусных трапеций размерностью $0,5^\circ$ по широте и 1° по долготе. Обобщенные данные для 2015 и 2019 гг. представлены для 33 трапеций общей площадью 55,34 тыс. км². Индекс полидоминантности рассчитан при помощи формулы Симпсона в трактовке Гибсона, использовались биомассы nekтона. Nekтон Восточно-Сибирского моря является наиболее бедным по видовому составу не только среди морей российской Арктики, но и среди всех морей России. Ранее здесь было зарегистрировано 34 вида, в состав которых входит 29 видов морских рыб (без учета проходных и солоноватоводных видов), а также 5 видов головоногих моллюсков. По материалам выполненных в 2015 и 2019 гг. съемок видовой состав nekтона включал в себя только ихтиофауну, головоногие моллюски в уловах отсутствовали. Рыбы были представлены 21 видом в составе 8 семейств и 5 отрядов. Наибольшее видовое богатство отмечено для семейств: рогатковые Cottidae – 6 видов, бельдюговые Zoarcidae – 5 видов, липаровые Liparidae – 4 вида. Остальные семейства насчитывали в своем составе не более 1-2 видов. Общая учтенная биомасса nekтона по данным 2015 и 2019 гг. оценена в 1033,97 т., численность – 90,62 млн экз. При сравнительно низкой численности и биомассе nekтона относительно сопредельных акваторий Чукотского моря и моря Лаптевых видовая структура nekтона Восточно-Сибирского моря по ряду особенностей тем не менее схожа с ними. Основу обилия здесь также составляют тресковые Gadidae (суммарно 91,04 % биомассы, 90,81 % численности). В составе тресковых, как и в структуре nekтона в целом, позицию доминанта занимает сайка *Boreogadus saida*, доля которой составляла 90,42 % суммарной биомассы и 90,78 % численности. Аналогичные показатели характерны для моря Лаптевых, а также для северной части Чукотского моря. Таким образом, видовая структура Восточно-Сибирского моря также имеет монодоминантный характер. Значение индекса Симпсона для 2015 г. составило 1,37, для 2019 г. – 1,22, для объединенных данных – 1,25. Отличия видовой структуры Восточно-Сибирского моря от сопредельных акваторий наблюдаются в распределении видов субдоминант. В структуре биомассы и численности как Чукотского моря, так и моря Лаптевых второй ранг чаще всего принадлежал видам семейства камбаловые Pleuronectidae, а в южной части Чукотского моря в последние годы, в связи со значительными миграциями минтая, сайка сместилась до ранга субдоминанта. Виды семейства камбаловые при этом в Восточно-Сибирском море в уловах 2015 и 2019 гг. учтены не были. В структуре биомассы следующий ранг после тресковых занимают виды семейства бельдюговые Zoarcidae (3,58 %), в составе которых сравнительно высокую долю общей биомассы имел полярный ликод *Lycodes polaris* (2,41 %). В структуре численности значимый вклад принадлежал видам семейств липаровые Liparidae (2,09 %) и корюшковые Osmeridae (3,63 %). Субдоминантами являлись мойва *Mallotus villosus* (3,63 %) и чернобрюхий липарис *Liparis fabricii* (1,76 %).

Генетическая дифференциация озерных форм песчаной широколобки *Leocottus kesslerii* (Dybowski, 1874)

Жидков З.В.¹, Русинек О.Т.², Михеев И.Е.³, Суханов А.А.³, Сиделева В.Г.¹

¹Зоологический институт РАН

²Байкальский музей СО РАН

³Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН

e-mail: Zakhar.Zhidkov@zin.ru

Работа посвящена изучению генетической дифференциации локальных форм песчаной широколобки *Leocottus kesslerii* (Dybowski, 1874), сформировавшихся в озерах Байкал, Арахлей и Гусиное. В качестве исходной формы рассматривалась байкальская песчаная широколобка, у которой весь жизненный цикл, включая размножение, проходит в пределах оз. Байкал. Формы песчаной широколобки из озер Арахлей и Гусиное являются производными байкальской и были описаны как подвиды *Paracottus kesslerii gussinensis* Tarchova, 1962 и *Paracottus kesslerii arachlensis* Tarchova, 1962. В настоящее время эти таксоны рассматриваются в качестве синонимов *L. kesslerii*. Оба озера относятся к бассейну Байкала, но находятся на довольно большом удалении от него. Озеро Гусиное находится от Байкала на расстоянии 295 км, а озеро Арахлей – 350 км. Такие расстояния достаточны географической изоляции коттоидных рыб ввиду их слабой миграционной активности и малоподвижного образа жизни. Это способствует образованию локальных форм. Изучение генетической дифференциации географически удаленных озерных форм *L. kesslerii* дает возможность оценить уровень дивергенции и степень их обособленности.

Материалом для настоящей работы послужили сборы О.Т. Русинек: в Лиственичном заливе оз. Байкал в августе 2022 г. (10 экз.), в оз. Арахлей в июне 2022 г. (10 экз.), в озере Гусином 10 июня 2022 г. (28 экз.). Для 5 особей каждой из озерных форм выполнено секвенирование нуклеотидной последовательности контрольного региона (CR), некодирующего участка мтДНК. С помощью DnaSP 6.12.03 рассчитаны среднее число нуклеотидных замен, гаплотипическое разнообразие (Hd) и нуклеотидное разнообразие (π). Парные r -дистанции определены с использованием программы MEGA X. Для визуализации генетических взаимоотношений между *L. kesslerii* из 3 озер (Байкал, Арахлей, Гусиное) в программе PopART 1.7 построена сеть гаплотипов CR (алгоритм TCS).

В последовательностях CR (856 п.н.) найдено восемь полиморфных позиций. Особи *L. kesslerii* из трех озер имели 8 уникальных гаплотипов (LK1–LK8), отделенных друг от друга на 1-2 нуклеотидные замены ($Hd = 0,883 \pm 0,058$). Общее нуклеотидное разнообразие находится было невысоким ($\pi = 0,0036 \pm 0,0004$); среднее число нуклеотидных замен – 3,100. Наиболее высокий уровень генетического разнообразия наблюдался у байкальской песчаной широколобки (5 уникальных гаплотипов). У *L. kesslerii* из озера Арахлей установлены 3 гаплотипа. При этом один гаплотип (LK4) встречался и у байкальской формы. Это указывает на то, что арахлейская песчаная широколобка генетически не обособлена от байкальской. Для всех изученных особей *L. kesslerii* из оз. Гусино характерен один уникальный гаплотип (LK8), не найденный у байкальской и арахлейской широколобок. Он отделен от байкальского гаплотипа LK3 на одну нуклеотидную замену. Средние r -дистанции между формами *L. kesslerii* варьировали от $0,33 \pm 0,12$ % до $0,51 \pm 0,24$ % и находились в пределах внутривидовой изменчивости. Полученные генетические данные показали, что широколобки из озер Арахлей и Гусиное принадлежат к виду *L. kesslerii*.

Работа была выполнена в рамках темы Госзадания № 122031100285-3.

Позиционирование пищевой рыбной продукции как элемента «ЗОЖ»

Зарубин Н.Ю., Лаврухина Е.В., Гриневич А.И., Архипов Л.О.

Центральный институт ФГБНУ «ВНИРО»

e-mail: zar.nickita@yandex.ru

Немаловажным аспектом технологии переработки сырья из уловов водных биологических ресурсов является разработка функциональных, обогащённых и специализированных пищевых продуктов питания путем комбинирования высокобелкового животного и растительного сырья с использованием современных методов обработки, что соответствует, в настоящее время, государственной политике России, направленной на формирование здорового образа жизни (ЗОЖ) среди населения страны. По данным аналитических компаний уже более 59 % россиян следят за своим питанием, употребляя здоровую пищу или соблюдая диету. При этом на сегодняшний момент в мире постоянно возникает все больше новых штаммов вирусов, представляющих непосредственную опасность жизни и здоровью человека. По причине ослабленного иммунитета, многие заболевания протекают в тяжёлой форме и могут привести к летальному исходу. Поэтому, необходимы профилактические меры по охране здоровья, которые могут снизить риск заражения и прогрессирования вирусных заболеваний. Одной из профилактических мер является коррекция питания населения и расширение ассортимента пищевой продукции для поддержания ЗОЖ с обширной её популяризацией на всей территории РФ. Как следствие сложившейся структуры питания, на первый план выходят следующие нарушения пищевого статуса: дефицит белка, достигающий 10 – 15 % от рекомендуемых величин; дефицит полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) на фоне избыточного потребления насыщенных животных жиров; дефицит витаминов (С, группа В, D, β-каротин); недостаточность ряда минеральных веществ и микроэлементов, таких как кальций, железо, йод, цинк, селен; пониженное потребление пищевых волокон. Следует отметить, что в Федеральном законе (№ 29-ФЗ) «О качестве и безопасности пищевых продуктов» прописаны принципы здорового питания, отражающие следующие основополагающие тезисы:

- обеспечение приоритетности защиты жизни и здоровья потребителей пищевых продуктов;
- соответствие энергетической ценности ежедневного рациона энергозатратам;
- соответствие химического состава ежедневного рациона физиологическим потребностям человека в макронутриентах и микронутриентах;
- наличие в составе ежедневного рациона пищевых продуктов со сниженным содержанием насыщенных жиров, простых сахаров и поваренной соли, а также пищевых продуктов, обогащенных витаминами, пищевыми волокнами и биологически активными веществами;
- обеспечение максимально разнообразного здорового питания и оптимального его режима;
- применение технологической и кулинарной обработки пищевых продуктов, обеспечивающих сохранность их исходной пищевой ценности.

В связи с этим, водные биоресурсы являются потенциальным сырьём для производства пищевой продукции для ЗОЖ, способной решить проблему дефицита пищевых веществ, в связи с тем, что данная продукция сбалансирована по нутриентному составу, содержанию полноценного белка, полиненасыщенных жирных кислот омега-3, жизненно важных макро- и микроэлементов, что, несомненно, является основой для правильного питания различных групп населения.

Биологические показатели и динамика запасов промысловых видов рыб реки Днепр

Зингис И.В., Никитенко А.И.

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»),
e-mail: zingisiv@gmail.com

Река Днепр – четвертая по длине река Европы после Волги, Дуная и Урала. Крупнейший трансграничный водоток, между Республикой Беларусь и Российской Федерацией. Актуальность данного исследования состоит в необходимости знаний о состоянии запасов, динамике численности и биологических показателях рыб, обитающих в реке Днепр, для подготовки рекомендаций по эффективному освоению биоресурсов реки. Целью настоящего исследования является анализ состояния запасов основных промысловых видов рыб и их биологические показатели реки Днепр за 2019-2022 гг. Сбор биологического материала на реке Днепр проводили в 2019–2022 гг. в рамках мониторинговых исследований водных биоресурсов. Сбор, обработка ихтиологического материала, расчет численности промыслового запаса рыб осуществлялись ежегодно, согласно общепринятым методическим руководствам. Отличительной особенностью реки Днепр является высокая численность леща и плотвы в водоёме. Промышленный лов отсутствует. Для реки Днепр утверждены объёмы рекомендованного вылова водных биоресурсов. Осуществляется только любительское рыболовство, а также рыболовство в научно-исследовательских и контрольных целях. Основными видами рыб реки Днепр, которые вылавливаются в рамках любительского рыболовства, в настоящее время являются: лещ *Abramis brama*, судак *Sander lucioperca*, щука *Esox lucius*, плотва *Rutilus rutilus*, окунь пресноводный *Perca fluviatilis* и густера *Blicca bjoerkna*. Наиболее многочисленными среди малоценных недоиспользуемых видов являются: налим *Lota lota*, язь *Leuciscus idus*, краснопёрка *Scardinius erythrophthalmus*.

Ихтиофауна в пределах исследуемого участка в границах Смоленской области отличается значительным видовым разнообразием. По результатам исследований размерно-возрастной структуры выловленных видов рыб отмечена динамика с хорошим воспроизводственным потенциалом.

Промысловый запас карповых видов рыб с 2019 по 2022 гг. характеризовался большими значениями в нечетные годы, что может быть связано с аномальными высокими температурами.

Состояние популяций большинства ресурсных видов характеризуется как стабильное. Необходимо продолжать исследование водных биологических ресурсов и среды их обитания реки Днепр для увеличения временных рядов и прослеживания динамики биологических показателей.

Расселение инвазионного бокоплава *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899) в бассейне р. Северной Двины

Ивичева К.Н.¹, Филоненко И.В.²

¹Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО»

²Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО»

e-mail: ksenya.ivicheva@gmail.com

Бокоплав *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899) был интродуцирован в бассейн р. Волги в 1960-х годах, в бассейн Балтийского моря – в 1970-х. В бассейне р. Северная Двина этот вид был впервые отмечен М.В. Чертопрудом в р. Сухона в начале 2000-х годов и до 2014 г. это была единственная находка инвазионного вида в данном бассейне.

Исследования зообентоса авторами проводились в период 2010-2022 гг. в разных водоёмах бассейна р. Северная Двина. Отобрано и обработано более 700 проб. До 2014 г. *G. fasciatus* был отмечен единично в верховьях р. Сухона и в каналах Северо-Двинской водной системы, относящихся к бассейну р. Волги. В 2012-2014 гг. происходила реконструкция Северо-Двинской водной системы. Летом 2014 г. бокоплав *G. fasciatus* был впервые отмечен в западной части озера Кубенское, которая соединяется с бассейном р. Волга через Северо-Двинский канал. После этого наблюдается расселение вида по акватории озера и в 2016 г. он уже отмечался на песчаных грунтах вдоль южного берега озера Кубенского. Вероятно, успешное расселение инвазионного вида по озеру явилось следствием стабилизации уровня воды в озере. В условиях Вологодской области вид обитает исключительно на литорали на глубинах до 2 м. На больших глубинах он встречается лишь зимой. В настоящий момент *G. fasciatus* освоил литораль всего оз. Кубенского и составляет до 50% от общей численности и биомассы. Наибольшая его численность отмечена на камнях и в зарослях мха *Fontinalis antipyretica* Hedw.

В 2021 г. инвазионный бокоплав зафиксирован в крупнейшем притоке оз. Кубенского – р. Кубене. Однако здесь он отмечен на участке до 12 км выше устья на искусственных (намывных) грунтах, где происходит активное движение маломерных судов. Выше по течению до настоящего времени авторы его не находили. Вероятно, стоит ожидать его расселения вверх по р. Кубена и по другим притокам оз. Кубенского, что наблюдается сейчас в притоках Онежского озера. На сегодняшний день находка в нижнем течении р. Кубена – самая северная точка распространения вида в бассейне Северной Двины.

В р. Сухона, вытекающей из оз. Кубенского с его западной части и впадающей в р. Северная Двина, *G. fasciatus* стабильно отмечается на протяжении 30 км от истока. Поиски данного вида на протяжении р. Сухона в 2016 и 2022 гг. показали отсутствие его в среднем и нижнем течениях. За 20 лет своего существования в верховьях р. Сухона вид не расселился ниже по течению. Хотя он фиксируется в крупных реках Сибири вблизи ареала своего естественного происхождения (р. Енисей). Вероятно, барьером для его распространения вниз по течению р. Сухона явилось влияние заболоченного водосбора реки в Присухонской низине. На данном участке отмечается отсутствие минеральных грунтов (преобладают заиленные детритные грунты), высокая скорость течения и большие глубины с резким свалом у берега. На сегодняшний момент верховья р. Сухона являются самой восточной точкой распространения вида в бассейне р. Северная Двина.

Искусственное воспроизводство стерляди *Acipenser ruthenus* L., 1758 в реке Молога Вологодской области

Игнашев А.А., Борисов М.Я.

Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО»
e-mail: neizve87@inbox.ru

Стерлядь *Acipenser ruthenus* L., 1758 в водоемах Вологодской области является самым ценным видом рыб и единственным представителем осетровых, обитающим в состоянии естественной свободы (Борисов и др., 2019). В нативный ареал данного вида в границах Вологодской области входили крупные притоки р. Волга – Шексна и Молога, а также оз. Белое. В реках волжского бассейна Шексне и Мологе стерлядь потеряла промысловое значение в начале XX века, хотя ранее здесь существовал её специализированный лов. За последние десятилетия достоверных сведений о существовании популяции стерляди в реках волжского бассейна в границах Вологодской области не поступало. В Вологодской области с 2014 г. в рамках компенсации вреда, нанесенного водным биологическим ресурсам, реализуются мероприятия по вселению молоди стерляди. К настоящему моменту в водные объекты региона (реки Сухона, Юг, Вага, Молога и речную часть Шекснинского водохранилища) выпущено свыше 2 миллионов сеголеток стерляди. Наиболее значимый положительный результат от выпусков молоди стерляди зафиксирован в р. Молога. Река протекает по территории Тверской, Новгородской и Вологодской областей и является крупнейшим притоком Рыбинского водохранилища; ее длина составляет 456 км, а площадь водосборного бассейна – почти 30 тыс. км². В местах выпусков и проведения исследований (в 30 км от устья в районе д. Ванское Устюженского района Вологодской области) ширина реки составляет 200–360 м, глубина до 6 м, скорость течения 0.05–0.10 м/сек. С 2016 г. в нее было выпущено свыше 450 тыс. сеголеток стерляди средней навеской 5.0 – 10 г, в том числе: в 2016 г. – 13,3 тыс. экз., в 2017 г. – 142,8 тыс. экз., в 2019 г. – 120,6 тыс. экз., в 2020 г. – 170 тыс. экз., в 2021 г. – 2,6 тыс. экз., в 2022 г. – 1,2 тыс. экз. и 2023 г. – 3,5 тыс. экз. Молодь стерляди выращивалась на ООО «Рыботоварная фирма «Диана» (Вологодская область), ООО «Ярославский рыболовный завод» (Ярославская область), ООО «Мулинское рыболовное хозяйство» (Нижегородская область), ООО «Садки» (Смоленская область), филиал ФГУП «Нацрыбресурс» «Тёпловский рыбопитомник» (Саратовская область), ООО «НЦ Селекцентр» (Московская область). После выпусков молоди стерлядь начала попадаться в ставные сети с 2018 г. При этом она отмечалась только на медиальных русловых участках и отсутствовала в прибрежье водотока. На русловых участках доля стерляди в общих уловах по численности варьировала в разные годы от 31,4% до 49,3% (в среднем 41,9%), а по биомассе – соответственно от 26,0% до 64,0% (в среднем 49,9%). Длина тела рыб в уловах изменялась от 20 до 51 см (в среднем 33 см), а масса – от 44 до 958 грамм (в среднем 217 грамм). Было установлено, что в условиях формирования стада за счет искусственного воспроизводства размерный, весовой и возрастной состав уловов стерляди определяется прежде всего объемами выпуска молоди. Так, если в 2018 г. в уловах встречалась стерлядь двух возрастных групп (1+, 2+) от выпусков 2016 и 2017 гг., то в 2022 г. отмечено уже пять возрастных групп (1+, 2+, 3+, 5+, 6+) от выпусков 2016, 2017, 2019, 2020 и 2021 гг. Установлено также, что стерлядь расселилась по р. Молога на протяжении 70 км от устья р. Чагодоша до впадения в Рыбинское водохранилище. Для формирования многовозрастной популяционной структуры стерляди с высокой численностью каждой возрастной группы необходимы ежегодные выпуски сеголеток данного вида навеской не менее 5 г в количестве 170 тыс. экз. ежегодно.

Динамика видового состава ихтиофауны Богучанского водохранилища на ранних этапах формирования

Кайль В.П., Яблоков Н.О.

Красноярский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («НИИЭРВ»)
e-mail: kail.v@bk.ru

Богучанское водохранилище было образовано в 2012 г. на р. Ангара и стало четвертым в каскаде Ангарских водохранилищ. Проектной отметки уровень водохранилища достиг летом 2015 г. Площадь водного зеркала водохранилища составляет 2326 км², полный объем – 58,2 км³, в административном отношении расположено на территории двух субъектов Российской Федерации – Красноярский край и Иркутская область. Начиная с 2012 г. Красноярский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («НИИЭРВ») осуществляет ежегодные мониторинговые наблюдения за состоянием водных биологических ресурсов в акватории водохранилища в границах Красноярского края.

До момента формирования Богучанского водохранилища ихтиофауна р. Ангара в зоне затопления насчитывала 30 видов рыб, представляющих 11 семейств (осетровые, лососевые, сиговые, хариусовые, карповые, вьюновые, балиторевые, щуковые, налимовые, рогатковые и окуневые). Наибольшим видовым разнообразием характеризовалось семейство карповых (12 видов). Массовыми и повсеместно встречающимися видами рыб являлись хариус сибирский, елец сибирский, плотва сибирская, голян речной, щука, окунь, подкаменщики.

В настоящее время, по данным контрольных уловов и материалам рыбопромысловой статистики, в акватории Богучанского водохранилища обитает 12 видов рыб из 7 семейств. Доминантами по численности и биомассе являются окунь и плотва. Повсеместно встречаются елец, лещ и щука, но в относительно небольшом количестве. В контрольных уловах полностью перестали встречаться представители семейств рогатковые, вьюновые, балиторевые, а также стерлядь и таймень. Хариус отмечается исключительно в устьевых зонах притоков. Язь, тугун и сиг встречаются единично.

За период наблюдений (2012-2023 гг.) отмечаются незначительные колебания относительных значений численности и биомассы плотвы и окуня в контрольных уловах. Численность леща постепенно увеличивается. После начала заполнения водохранилища, с увеличением нагульных и нерестовых площадей рыб-лимнофилов произошел резкий всплеск численности щуки. Начиная с 2014 г. отмечается постепенное снижение численности этого вида. Отдельно стоит отметить, что с 2017 г. в водохранилище регистрируется пелядь, проникшая в результате ската через плотины водохранилищ вышестоящих ГЭС. В последние годы численность пеляди в контрольных уловах растет.

Таким образом, изменения, наблюдаемые в ихтиоценозе Богучанского водохранилища за одиннадцать лет с момента наполнения, носят следующий характер:

- перекрытие р. Ангара плотиной Богучанской ГЭС привело к потере нагульных площадей, нерестилищ, зимовальных ям осетровых, лососевых, сига и хариуса, расположенных в зоне затопления, что повлекло за собой переход от преимущественно реофильного ихтиоценоза к типичному лимнофильному;
- как следствие формирования лимнофильного сообщества рыб, упростилась структура ихтиоценоза, практически выпало трофическое звено хищников, играющее в экосистеме важную регуляторную роль;
- произошло замещение ценных в хозяйственном отношении видов рыб малоценными.

Результаты исследований фитопланктона Веселовского водохранилища в 2022 г.

Кан В.В., Бондарев С.В., Хренкин Д.В., Канаканиди Е.К.

Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)
e-mail: kanvv@azniirkh.vniro.ru

Фитопланктон играет важнейшую роль в экосистеме водных объектов как первичный продуцент, участвуя в метаболизме экосистемы. Также он участвует в формировании газового режима водного объекта: в обмене кислорода, азота и диоксида углерода между атмосферой и гидросферой. Фитопланктон может служить показателем качества воды. Изучение полученных достоверных сведений о фитопланктонных сообществах даст возможность использовать их для анализа состояния Веселовского водохранилища.

Цель работы — исследование современного состава фитопланктонных сообществ Веселовского водохранилища.

Материалом послужили данные гидробиологических съёмки «АзНИИРХ», выполненных в весенний период 2022 г. Работы проводили на 6 станциях. Отбор проб проводили пробоотборником Нискина. Фиксацию и обработку проб вели по общепринятой методике. Видовую идентификацию проводили с помощью региональных определителей. Встречаемость и средняя численность видов были рассчитаны с учётом всех проб, собранных на данной акватории в апреле.

В составе альгоценоза в весенний период в водоеме обнаружено 32 вида водорослей. Максимальное видовое разнообразие было отмечено в южной части водохранилища. По исследованному району водохранилища численность фитопланктона изменялась от 29,5 до 125,5 млн кл./м³, в среднем составляя 67,4 млн кл./м³. Биомасса фитопланктона колебалась в пределах 26,9–166,0 мг/м³, составляя в среднем 64,5 мг/м³.

Основу численности формировал доминант – диатомовая водоросль *Detonula subtilissima*, доля которой составляла по средним подсчетам 48 %. Основу биомассы формировали также диатомеи, доминирующие на большинстве станций, а именно: *Detonula subtilissima*, *Diatoma elongata*, *Amphora ovalis*, *Gyrosigma strigilis*, так и цианобактерия *Planktothrix agardhii*.

В целом качественные и количественные показатели фитопланктона находились на уровне характерном для Веселовского водохранилища весеннем сезоне. Также стоит отметить, что альгоценоз в целом находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Использование в интенсивном рыбоводстве породных групп карпа как важная экономическая составляющая работы рыбоводного хозяйства

Картамышев Д.М.

Керченский Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)
e-mail: kart-dimon@yandex.ru

Необходимость дальнейшего развития и совершенствования технологий ведения рыбного хозяйства диктуется возрастающей потребностью населения в качественных продуктах питания, сбалансированных по питательности и усвояемости. Потенциальные возможности существующих хозяйств часто используются не эффективно. В свете такого положения разработка, усовершенствование и отслеживание эффективности выращивания в хозяйствах ценных объектов рыбоводства актуальны и имеют важное практическое значение.

Исследование, проведенные над икрой Антонино-Зозулинецкой породы карпа и икрой беспородной группы карпа показало, что при средней температуре инкубации икры в 20,63 °С темп расхода желтка на развитие эмбриона Антонино-Зозулинецкой породы карпа оказался выше чем у беспородной группы на 12,2 %. Продолжительность инкубации икры при средней температуре 20,63 °С до полного выклева партии Антонино-Зозулинецкой породы карпа составила 64 часа в отличии от Беспородной группы карпа у которой продолжительность инкубации до полного выклева партии составила 72 часа, что на 11,1 % больше чем у породной группы. Здесь прослеживается закономерность между темпом расходования желтка на развитие эмбриона и продолжительностью инкубации икры. Увеличенный темп расходования желтка на рост эмбриона Антонино-Зозулинецкого карпа, в отличии от беспородной группы, вероятнее связан с биолого-генетическими особенностями породной группы, что подтверждается задачами селекции этого породного типа Украинского карпа.

Известно, что породные виды карпа являются более резистентны к различным заболеваниям вирусной и бактериальной этиологии, имеют высокую плодовитость, более высокий темп роста (при относительно малом объеме используемых кормов), более зимостойки в отличии от беспородных и аборигенных видов.

Таким образом, исходя из вышесказанного, можно сделать вывод что получение молоди, а затем и выращивание товарной продукции породных видов на рыбоводных предприятиях позволит снизить затраты на выращивание рыбопродукции, при условии соблюдения всех норм и регламентов производственного процесса, что в свою очередь позволит снизить себестоимость данной рыбопродукции.

Проблема использования породных карпов в товарном рыбоводстве заключается в продолжающейся селекционной работе над ними: улучшении показателей по плодовитости, выживаемости молоди, резистентности к различным заболеваниям, зимостойкости, улучшении вкусовых качеств и других параметров, а также в недостаточности профильных рыбопитомников, в транспортной доступности, производящих молодь породных карпов для товарных рыбоводных хозяйств.

Создание, а также увеличение числа рыбопитомников во всех зонах рыбоводства является залогом устойчивого экономического развития как отдельных рыбоводных хозяйств и предприятий, так и региона в целом, что в свою очередь позволит поставлять на внутренний рынок высококачественную товарную продукцию по оптимальной себестоимости.

Исследование содержания белковых компонентов в сыворотке крови молоди пиленгаса из Азовского моря в весенний период 2022-2023 гг.

Кириченко О.В.^{1,2}, Войкина А.В.¹, Бугаев Л.А.¹

¹Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)

²Южный федеральный университет

e-mail: kirichenkoov@azniirkh.vniro.ru

Дальневосточная кефаль – пиленгас *Planiliza haematocheilus* (Temminck & Shlegel, 1845) была акклиматизирована в Азовском море в 1980-х годах. В этот 40-летний период, безусловно, наблюдались изменения в эколого-рыбохозяйственной ситуации: климатических условий (температура, газовый режим и т.д.); солености; наличие как распресненной, эстуарной, так и соленой морской воды в условиях одного водоема. Фундаментальной проблемой экологии и эволюции организмов является определение принципов и способов адаптации популяций к изменяющейся среде обитания в условиях таких изменений. По этой причине изучение механизмов адаптации рыб к новым или меняющимся экологическим условиям является важной теоретической и практической задачей. Сбор биологического материала был проведен на Восточно-Ахтарском нерестово-выростном хозяйстве (далее – ВАНВХ) в марте 2022 и 2023 гг. Для анализа была отобрана молодь пиленгаса с полной массой не более 40 г и промысловой длиной до 15 см. Кровь отбирали прижизненно шприцем из хвостовой артерии, помещая в сухую пробирку. Кровь центрифугировали в течение 15 минут при 4500 об/мин, полученную сыворотку хранили при температуре не выше -18 °С. Сыворотку крови использовали без следов гемолиза; количество общего белка и альбуминов определяли в ней с помощью полуавтоматического биохимического анализатора Stat Fax наборами реагентов компании Абрис+ (г. Санкт-Петербург). Анализ линейно-массовых значений показал, что различия между рыбами, выловленными в 2022 г. (20 особей) и 2023 г. (7 особей), статистически незначительны, поэтому было решено объединить выборки. Средняя масса молоди пиленгаса в ВАНВХ составила $23,51 \pm 1,7$ г при длине $12,32 \pm 0,36$ см. Содержание общего белка в сыворотке крови исследуемых рыб составляло в среднем $30,11 \pm 2,47$ г/л (разброс значений *Planiliza haematocheilus* от 17,7 до 40,7 г/л), содержание альбумина варьировало от 6 до 20,4 г/л и в среднем составляло $11,13 \pm 0,73$ г/л. Интенсивность питания оценивали по белковому коэффициенту (соотношению фракций альбумин/глобулин). В сыворотке крови исследуемых особей глобулин составлял в среднем $18,36 \pm 2,4$ г/л, альбумино-глобулиновый коэффициент варьировал от 0,15 до 2,19 (в среднем $0,89 \pm 0,12$). Содержание белковых компонентов в сыворотке крови рыб зависит от общего состояния здоровья (от качества питания и интенсивности обмена). Молодь пиленгаса питается преимущественно зоопланктоном и зообентосом (порядка 60 % от кормового рациона), предпочитает и детрит (~30 %). Зоопланктон богат белками, что, вероятно, и отражается на показателях белковых компонентов в сыворотке (в связи с тем, что исследуемые особи не достигли половой зрелости, можно было ожидать более низкое содержание белковых компонентов в сыворотке). Было выявлено, что содержание глобулинов в сыворотке исследованных особей высокий относительно альбуминов (у 50 % особей). Уровень глобулинов может свидетельствовать о возможном формировании некоторых защитных адаптаций в исследуемый период. Этот вопрос требует дополнительных исследований в следующем году.

В целом, можно предположить, что содержание белковых компонентов в сыворотке крови находится на достаточном уровне для данного этапа развития молоди пиленгаса.

Подходы к гаплотипированию стад муксуна в аквакультуре

Киселева М.Н., Митрюшкина Д.К.

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга») e-mail: marina.marinakisel@yandex.ru

Муксун (*Coregonus muksun*) - пресноводная рыба, населяющая практически все реки Сибири: Енисей, Лена, Индигирка, Колыма, Обь и Иртыш. Встречается в озерах Таймыра и слабосоленых заливах Северного Ледовитого океана. Различные антропогенные факторы оказывают существенное воздействие на дикие популяции муксуна, в связи с чем возникает необходимость разработки мер по восстановлению природных популяций при помощи искусственного воспроизводства.

Целью работы было сформировать панель маркеров для скрининговых работ по гаплотипированию стад муксуна. Основная задача исследования – получение данных по гаплотипированию муксуна из нескольких аквакультурных стад Ленинградской области и сравнение гаплотипического состава этих стад с гаплотипами выборки дикого муксуна из р. Оби.

Выделение и очистка тотальной ДНК из зафиксированных в 95 % этаноле проб тканей муксуна осуществлялись солевым методом. Был проведен ПЦР-ПДРФ анализ нуклеотидной последовательности участка *ND1-ND2* мтДНК размером 2295 п.н. в количестве 124 проб муксуна. Реакции эндонуклеазного гидролиза амплифицированного фрагмента проб муксуна проведены 9 ферментами: *AluI*, *BsaI*, *BsrI*, *BstNI*, *DdeI*, *HhaI*, *HinfI*, *RsaI*, *Sau96I*, которые были предварительно подобраны при помощи компьютерного моделирования. В результате анализа электрофоретических спектров продуктов рестрикции, сопоставления теоретических и реальных электрофореграмм были составлены комплексные гаплотипы каждой пробы, включенной в исследование.

На основе выявленного полиморфизма в сайтах рестрикции к отобранным рестриктазам среди исследованных 124 особей муксуна было обнаружено 12 гаплотипов в участке *ND1-ND2* мтДНК. В каждой из двух групп маточных стад, различающихся временем основания, выявлено примерно одинаковое число гаплотипов: 7 - в более ранней группе и 8 - в более поздней. Около половины особей из дикой выборки и двух «аквакультурных» выборок первого поколения от диких производителей являются носителями гаплотипа *Muk1*. В обеих группах «аквакультурных» выборок муксуна наблюдаются гаплотипы с низкой частотой встречаемости. В ремонтно-маточном стаде «Обской муксун», основанном в 1991 г., и группе выборок вновь заложенных стад после 2019 г. лишь 3 из 12 гаплотипов оказались общими (*Muk1*, *Muk4*, *Muk12*). В более раннем РМС несколько гаплотипов встречаются с низкой частотой: *Muk4* – 4 %, *Muk9* – 3 %, *Muk10* – 9 %. В группе более поздних «аквакультурных» стад также выявлено несколько гаплотипов, которые наблюдаются у единичных экземпляров муксуна: *Muk5*, *Muk6* и *Muk7*, либо у нескольких экземпляров (*Muk2* – 10%).

Полученные данные о внутривидовой дифференциации дают информацию о генетическом разнообразии муксуна в нескольких аквакультурных стадах Ленинградской области и дикого муксуна из р. Оби. Сформированная авторами панель маркеров может служить инструментом для обширных скрининговых работ по гаплотипированию стад муксуна. Проведенные исследования могут быть использованы при генетическом контроле мероприятий, связанных с воспроизводством популяций муксуна при значительном падении численности.

Структурообразующий комплекс и трофическая структура донных беспозвоночных реки Караульная (приток Среднего Енисея)

Кислицина Н.И.

¹Красноярский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («НИИЭРВ»)

²Сибирский федеральный университет

e-mail: nadezhda.kislitsina2016@yandex.ru

Одной из важных задач гидробиологии является изучения закономерностей функционирования речных экосистем. От верховья к устью реки сильно меняются абиотические факторы, следствием этого является изменение видового состава и структуры взаимосвязей, в том числе трофических, между гидробионтами. Одной из базовых закономерностей распределения гидробионтов в продольном градиенте рек является концепция «речного континуума». Однако многие ученые при изучении зообентоса рек отмечают отклонения от этой концепции, что часто обусловлено региональными и локальными особенностями водотоков. Река Караульная – левобережный приток первого порядка реки Енисей, протяженность – 30 км. Для данной реки отмечено небольшое превышение температуры воды в среднем течении в сравнении с приустьевым участком, за счет прогрева воды в пруду, построенном в верхней части реки. Грунты на всем протяжении реки преимущественно каменистые. На среднем участке реки наблюдается образование песчаных заводей с пониженным течением.

Отбор проб зообентоса осуществляли с двух станций: среднее течение (станция 1) и приустьевой район (станция 2). На станции 1 отбирали пробы с двух биотопов: каменистого и песчаного. Пробы отбирали в июне-июле 2021 г. в 3-х повторностях. Для изучения трофической структуры зообентоса реки использовали классификацию Камминса. Всего в реке Караульная за период исследования обнаружено 74 вида донных беспозвоночных. Основной вклад в видовое богатство вносили хирономиды (31 вид), поденки и ручейники (по 11 видов). Несмотря на разнообразие биотопов, на станции 1 отмечено меньшее число видов (44), чем в низовье (57). При этом на каменистом грунте число видов было закономерно выше, чем на песчаном. Средние количественные показатели бентофауны реки составляют – 1508 ± 277 экз./м² и $8,40 \pm 1,72$ г/м². Количественную основу бентофауны на станции 1 на каменистом грунте составляли амфиподы *Eulimnogammarus viridis* (Dybowsky) и *Gammarus lacustris* Sars и ручейники *Ceratopsyche nevae* (Kolenati), на песчаном – поденки *Ephemera sachalinensis* Matsumura. Структурообразующий комплекс на станции 2 представлен поденками *Baetis fuscatus* (Linnaeus) и ручейниками *Stenopsyche marmorata* Navas. Основу трофической структуры зообентоса на среднем участке реки в среднем составляют коллекторы-подбиратели (43%), субдоминируют измельчители (23 %) и фильтраторы (22 %). При этом на каменистом грунте преобладают коллекторы-фильтраторы (40 %) и измельчители (23 %), на песчаном – коллекторы-подбиратели. В приустьевом участке реки преобладают коллекторы-подбиратели (45 %). Средние значения относительной биомассы подбирателей практически одинаково в середине реки и в низовье, что отклоняется от концепции «речного континуума». Структурообразующий комплекс видов отличался между станциями, а также на одной станции между разными биотопами. Продольное распределение трофической структуры зообентоса лишь частично соответствовало концепции «речного континуума». Причиной этого являются специфические черты исследуемой реки, а именно присутствие песчаных биотопов на ее среднем участке, что обуславливает доминирование в этих биотопах псаммофильных коллекторов-подбирателей.

Изучение эффективности применения иммуномодулирующих добавок в комбикормах для личинок осетровых рыб

Козлова Е.Ю., Кузьмин И.П.

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»),
e-mail: yek.cozlova2015@yandex.ru

Согласно последним исследованиям в аквакультуре значительное внимание стало уделяться дрожжевым продуктам, в частности дрожжам, как носителям активных компонентов в комбикормах, их питательным свойствам, строению, в том числе их клеточным стенкам. Было показано, что клетки и клеточные стенки улучшают показатели роста и здоровья рыб, повышают их жизнеспособность, особенно когда они выращиваются в неблагоприятных условиях.

Для личинок осетровых рыб в качестве иммуномодулирующей добавки представляет интерес продукт переработки дрожжей – клеточные стенки, преимущественно содержащие маннанолигосахариды (МОС). МОС – это производные стенок дрожжевых клеток рода *Saccharomyces*. МОС действуют в качестве связывающего агента для патогенов, и, таким образом, препятствуют их колонизации на стенках кишечника, поддерживая естественным образом здоровую, сбалансированную микрофлору и улучшая общее состояние здоровья рыб. В литературе отсутствуют примеры их использования в стартовых кормах для осетровых рыб, что делает тему исследования весьма актуальной. Испытание эффективности МОС от различных производителей проводилось в течение двух лет в «ВНИИПРХ» в цехе инкубации и выращивания рыб. В работе 2021 г. использовали продукты из клеточных стенок дрожжей (КСД), обладающие пребиотическим действием, такие как: Био-Мос, Агримос, клеточные стенки дрожжей и клеточные стенки дрожжей с бета-каротином (КСБ) (Протеинкормбиотех, Россия) в количестве 1 % на 1 кг корма. В качестве контроля использован коммерческий корм БиоМар. Испытания стартовых комбикормов с иммуномодулирующими добавками проводили в цехе на личинках русско-ленского осетра начальной средней массой 45 мг, плотность посадки составила 5000 шт./лоток. Эксперимент проводили в двух повторностях. Продолжительность испытаний стартовых комбикормов – 30 суток. При проведении исследований средняя температура составила 17,3 °С, содержание кислорода 9,3 мг/л. Согласно полученным данным выживаемость молоди осетровых была выше контроля (БиоМар) во всех испытанных вариантах кормов с использованием иммуномодуляторов (МОС). Наибольшее значение выживаемости было в корме с добавкой Агримос – 54,7 %. Близким к нему значением был корм с добавкой КСБ с содержанием бета-каротина – 53,8 %, наименьшим (45,4 %) показатель выживаемости был в контрольном корме БиоМар. По показателям абсолютного привеса и скорости роста испытанные варианты были близки к контролю, с небольшим превышением указанных показателей у рыб, питавшихся кормом БиоМар без добавок МОС.

Таким образом, исходя из полученных результатов опыта, следует, что применение исследуемых иммуномодуляторов в количестве 1 % в составе стартовых комбикормов положительно влияет на выживаемость и ростовые показатели личинки русско-ленского осетра. Наилучший рыбоводный эффект по совокупности показателей был получен при использовании клеточных стенок дрожжей с бета-каротином (КСБ) при норме ввода 1 % в состав стартового комбикормов для личинок и ранней молоди русско-ленского осетра.

Экология рыб реки Вилюй

Колодезникова Й.Н.

Якутский филиал ФГБНУ («ВНИРО»)

e-mail: jorinda.kolodeznikova@bk.ru

Исследование состояния водных биологических ресурсов реки Вилюй было проведено сотрудниками Якутского филиала ФГБНУ «ВНИРО» в летний (июнь) и осенний периоды (август-сентябрь) 2019 г.

В ходе исследований был произведен отбор проб на анализ состояния зоопланктона, зообентоса и сбор материала по ихтиофауне на участках реки Вилюй, расположенного в Мирнинском улусе (районе) и Вилюйской группе улусов (районов) Республики Саха (Якутия). Всего было отобрано и обработано 41 проба зоопланктона и 39 проб зообентоса. Плотность зоопланктона р. Вилюй колебалась от 75 до 1300 экз./м³, составляя в среднем 606 экз./м³ и от 0,001 до 0,039 мг/м³, составляя в среднем 0,0165 мг/м³ по биомассе. Численность и биомасса зообентоса р. Вилюй колебались от 151 до 1667 экз./м² и от 0,2 до 26 г/м², составляя в среднем 904 экз./м² и 9,725 г/м². Таким образом, состояние донной фауны реки Вилюй в период исследований характеризуется высокими количественными показателями и видовым разнообразием.

На основе анализа фондовых и литературных материалов ихтиофауна реки Вилюй состоит из 24 видов 11 семейств (Кириллов, 2002). Всего за период полевых работ произведено 31 сетепереборка и 45 притонений неводом. Объем собранного материала по ихтиофауне составил 954 экз. В уловах встречались представители 13 видов. В уловах не встречались осетр, таймень, ленок и хариус. Отсутствие в уловах тайменя, ленка и хариуса можно объяснить биологией этих видов, которые весной во время половодья заходят в притоки р. Вилюй, и остаются там до уменьшения уровня и ухудшения гидрохимических показателей воды осенью. Осетр по анализу литературных и фондовых материалов, а также, по опросным сведениям преимущественно встречается в нижнем течении р. Вилюй. Исследования были проведены в основном в акватории среднего течения р. Вилюй. Ни в сетных, ни в неводных уловах сибирский осетр не встречался, что, скорее всего, связано с его низкой численностью в р. Вилюй в районах исследований и придонным образом жизни этого вида.

Анализ полиморфизма стерляди (*Acipenser ruthenus*) среднего и нижнего участка реки Камы и рыбоводных хозяйств Пермского края

Комарова Л.В.^{1,2}, Валеева А.О.², Колесникова Е.А.²

¹Пермский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПермНИРО»)

²Пермский государственный национальный исследовательский университет
e-mail: komarova@permniro.ru

Стерлядь (*Acipenser ruthenus*) в Красной книге Пермского края имеет III категорию редкости, вид является ценным объектом не только товарного выращивания на рыбоводных заводах, а также объектом воспроизводства для мероприятий по компенсации ущерба водным биологическим ресурсам. Компенсационные мероприятия на территории Пермского края проводятся уже более 15-ти лет, где задействованы рыбоводные хозяйства, занимающиеся воспроизводством молоди рыб для выпуска в естественную среду обитания. Молекулярно-генетический анализ стерляди позволит изучить генетическое разнообразие естественных популяций и ремонтно-маточных стад этого вида для разработки мер по охране и восстановлению природных популяций.

Были изучены выборки стерляди из среднего и нижнего участков реки Кама, а также трех крупных рыбоводных хозяйств, систематически выпускающих молодь стерляди. Анализ полиморфизма ДНК стерляди были проведен посредством межмикросателлитного анализа.

Компьютерный анализ полученных данных проведен с помощью ряда программ (POPGENE1.31, GenAlEx6) с определением доли полиморфных локусов, абсолютного числа аллелей, эффективного числа аллелей, ожидаемой гетерозиготности, а также числа редких аллелей.

У 147 рыб из пяти изученных выборок с использованием 5 эффективных праймеров выявлено 145 ISSR-маркера, из которых 129 являлись полиморфными, доля полиморфных локусов = 0,890. В пяти изученных выборках доля полиморфных локусов выше в выборке из ЦВР Пермской ГРЭС (в настоящее время Камско-Волжский филиал ФГБУ «Главрыбвод»), где доля полиморфных локусов оказалась самой высокой (0,960) с использованием праймера X9, также этот праймер выявил высокий уровень полиморфизма и в выборке из нижнего участка реки Кама. Невысокий уровень полиморфизма оказался в выборках из среднего участка реки Кама (н.п. Пожва) с использованием праймера CR-212, где доля полиморфных локусов составила 0,417.

Ожидаемая гетерозиготность на общую выборку стерляди составила 0,134. Данный показатель наибольший в выборке ЦВР Пермской ГРЭС ($H_E = 0,176$), а минимальный – в выборке из среднего течения реки Кама ($H_E = 0,097$). Абсолютное число аллелей на локус, как и эффективное число аллелей на локус, наибольшее в выборке ЦВР Пермской ГРЭС. В выборке из среднего участка реки Кама эти показатели наименьшие. В выборках из «Добрянского рыбоводного центра» и ЦВР Пермской ГРЭС отмечено самое большое количество редких фрагментов (14).

Популяционная структура пяти выборок стерляди Пермского края была проанализирована с помощью программы Structure. Установлено, что выборки хорошо дифференцируются. В выборке из нижнего участка реки Кама некоторые из особей имеют в своем генотипе последовательности, которые представлены в других обособленных кластерах, что может быть обосновано выпусками молоди стерляди в этот участок реки и, вероятно, часть выпускаемой рыбоводными хозяйствами молоди выживает и формирует структуру естественных популяций стерляди в реке Кама.

Влияние глубоководной среды обитания на возраст и рост моровых рыб (Moridae) Императорского хребта (Северо-Западная Пацифика)

Коростелев Н.Б.^{1,2}, Орлов А.М.^{1,2,3}

¹Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН

²Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

³Томский государственный университет

e-mail: korostelevnb@gmail.com

Глубоководные рыбы – разнообразная группа, включающая в себя представителей различных таксономических групп. В некоторых таксонах глубоководными являются лишь отдельные виды и рода, но известны также целые семейства и отряды, представители которых обитают на больших глубинах. Это свидетельствует о том, что приспособление к глубоководному образу жизни в разных группах рыб происходило независимо и в разное время. Таксономическое разнообразие, видимо, обуславливает различные пути выработки адаптаций к сходным условиям обитания в глубоководных биотопах, что дает широкие возможности для изучения механизмов формирования адаптивных приспособлений, используя глубоководных рыб в качестве модельных объектов.

Для многих видов морских рыб, обитающих на больших глубинах, показаны низкие темпы роста и высокая продолжительность жизни. Для близкородственных видов скорпеновых рыб (Scorpaenidae) известно увеличение продолжительности жизни и замедление скорости роста с глубиной обитания. В отношении других групп рыб подобных сравнительных исследований не проводилось. Считается, что низкие темпы роста и долгожительство глубоководных рыб являются приспособлением к глубоководности.

Цель настоящего сообщения - представить новые данные о возрасте и росте *Physiculus japonicus* в сравнении с другими обычными в водах Императорского хребта видами семейства моровых Moridae: *Antimora microlepis* и *Lepidion schmidtii*. Выбранные виды различаются глубиной обитания: *P. japonicus* не отмечен глубже 1 км, а максимальная глубина обитания *A. microlepis* и *L. schmidtii* варьирует от 2.5 до 3 км.

Согласно результатам определения возраста по обожжённым сломам отолитов *P. japonicus* из траловых и ярусных уловов, максимальная продолжительность его жизни составляет 37 лет. Для более глубоководных *A. microlepis* и *L. schmidtii* – 46 и 49 лет соответственно. Полученные коэффициенты уравнения Бергаланфи для *P. japonicus* ($L_{\infty}=858,6$, $k=0,030$, $t_0=3,5$) значительно отличаются от полученных для *A. microlepis* ($L_{\infty}=1311,0$, $k=0,016$, $t_0=-0,90$) и *L. schmidtii* ($L_{\infty}=2225,3$, $k=0,0007$, $t_0=-6,2$). Так, минимальное значение коэффициента k , который характеризует скорость достижения предельной длины, было получено для *L. Schmidtii*, а максимальное - для *P. japonicus*.

Таким образом, среди трёх изученных видов семейства моровых *P. japonicus*, обитающий на меньших глубинах, характеризуется меньшей продолжительностью жизни и наиболее высокой скоростью роста, что подтверждает обнаруженную ранее у скорпеновых рыб закономерность увеличения продолжительности жизни и замедления скорости роста с глубиной.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда, грант № 23-24-00230 (<https://rscf.ru/project/23-24-00230/>).

Актуальность и перспективные направления исследований короткоциклических видов рыб Азово-Кубанского района

Корсун А.С., Пашков А.Н.

Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)
e-mail: korsunas@azniirkh.vniro.ru

Короткоциклические виды рыб, к которым согласно известному определению Г.В. Никольского (1974) относят виды, чьи популяции состоят из небольшого числа возрастных групп, – ключевой компонент ихтиоценозов и важнейшая составляющая пищевых цепей подавляющего большинства водных объектов.

Во внутренних водных объектах Азово-Кубанского района они представлены как аллохтонными видами (укляя *Alburnus alburnus*), пескари родов *Gobio* и *Romanogobio*, щиповки рода *Cobitis*, бычки родов *Proterorhinus* и *Pomatoschistus*, трехиглая колюшка *Gasterosteus aculeatus*, верховка *Leucaspis delineatus* и др.), так и видами-вселенцами (европейский горчак *Rhodeus sericeus*, амурский чебачок *Pseudorasbora parva*, хольбрукская гамбузия *Gambusia holbrooki*, медака *Oryzias sinensis*, черноморская рыба-игла *Syngnathus abaster* и др.).

В условиях снижения численности хищников, выполняющих функцию биологических мелиораторов, и уменьшения водности рек, водохранилищ и озёр Азово-Кубанского района, рыбохозяйственное значение видов с коротким жизненным циклом, лучше адаптированных к происходящим в водных экосистемах изменениям, существенно возрастает.

Предварительные результаты исследований показывают, что короткоциклические виды рыб населяют все группы водных объектов региона – реку Кубань и её притоки (включая «закубанские» реки), степные реки междуречья Кубани и Дона, водохранилища, каналы мелиоративных систем. Наиболее широким распространением характеризуется укляя, которая отмечена практически во всех изученных водных объектах. Отмечено дальнейшее распространение и расширение ареалов интродуцентов – амурского чебачка и медаки.

Наиболее высокая численность короткоциклических видов наблюдается в водных объектах с нестабильным гидрологическим режимом. В таких условиях короткоциклические виды рыб с R-стратегией размножения получают преимущественно перед средне- и длинноточными видами. Так, в мелиоративных каналах численность короткоциклических видов в контрольных уловах мальковой волокуши может достигать 80% от общего числа выловленных рыб, а в отдельных случаях – и более. Помимо раннего созревания, дополнительными факторами, формирующими высокую численность короткоциклических видов, вероятно являются и другие особенности их репродуктивной биологии – порционное икрометание, неприхотливость в отношении нерестового субстрата, охрана кладок икры (чебачок, колюшки, бычки) или вынашивание потомства (рыба-игла, гамбузия, медака).

Перспективными направлениями исследований короткоциклических видов рыб Азово-Кубанского района, помимо изучения их видового состава и ареалов, на наш взгляд являются:

- изучение спектров их питания и рационов;
- определение степени конкуренции в питании с видами рыб, имеющими промысловое значение;
- установление факторов среды, влияющих на состояние их популяций, и определение характера влияния;
- разработка предложений по регулированию их численности и запасов биологическими методами.

Современное состояние популяции сибирского осетра *Acipenser baerii* Brandt, 1869 в реке Лена

Ксенофонтов М.М.

Якутский филиал ФГБНУ «ВНИРО»
e-mail: mikhail.ksen.mk@gmail.com

В реке Лена сибирский осетр заселяет участок от с. Коршунова (ниже г. Киренска) и до приморья. Летом, во время значительного стока пресной воды, выходит в прибрежные морские участки для нагула и в это время встречается в заливе Неелова и в бухте Тикси.

Популяция сибирского осетра р. Лены состоит из нескольких локальных группировок, каждая из которых имеет свои районы нагула, места зимовок и нереста. Наибольшую промысловую численность имеет сибирский осетр, обитающий в нижнем течении и дельте р. Лены, где располагаются его основные нерестилища.

Всего за период проведения работ в 2023 г. было выловлено 224 особи сибирского осетра, в том числе в среднем течении 74 особи, в нижнем – 150 особей. Промысловая длина особей, выловленных в среднем течении (от г. Якутска до устья р. Вилюй) составляла от 17 до 56,5 см и массой от 0,012 до 1,171 кг, в среднем 36,8 см и 0,257 кг, в нижнем течении р. Лена (от устья р. Вилюй до пос. Жиганск) - от 12 до 85,8 см и от 0,003 до 4,03 кг, в среднем составляя 43,2 см и 0,6 кг.

В настоящее время промышленный вылов сибирского осетра разрешен и ведется только в нижнем и среднем течении р. Лены. Кроме промышленного лова осуществляется любительский вылов осетра по лицензиям только на участках, предоставленных для организации любительского рыболовства (в среднем течении р. Лены).

Среднегодовалый вылов сибирского осетра в р. Лена (с 1940 по 2022 гг.) составляет 26,1 т. В среднем вылов осетра с 1940 по 1965 гг. составлял 54 т, максимальный вылов наблюдался в 1943 г., когда было добыто 190 т, за данный период произошло два резких спада уловов с 1948-1949 гг. – 12-19 т и с 1954-1957 гг. – 8-20 т. Минимальные уловы сибирского осетра в р. Лена приходится на период с 1966 по 1993 гг. в среднем составили 9 т. За период 1994-2018 гг. объемы вылова стабилизировались на более или менее постоянном уровне и в среднем составили 17,5 т, исключение составили 2004 и 2005 гг., в данные годы был установлен запрет на добычу сибирского осетра. В 2022 г. вылов составил 19,8 т, из них по разрешениям на любительское рыболовство выловлено 5,2 т сибирского осетра.

В целом запасы сибирского осетра в бассейне р. Лены на территории Якутии находятся в удовлетворительном состоянии. Предлагаемый ОДУ сибирского осетра, исходя из биологического состояния популяции, динамики промысла и экспертных оценок, в р. Лена с 2020 г. установлен в объеме 26 т, что соответствует уровню среднегодовалого вылова.

Динамика количественных характеристик приловов мегабентоса по результатам экосистемных съемок в ИЭЗ РФ Баренцева моря

Кудряшова А.С.

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО»
e-mail: scor-pion777@mail.ru

К категории мегабентоса относятся крупные (крупнее 1 см) донные беспозвоночные животные. Это обычно долгоживущие организмы, хорошо облавливаемые тралами и драгами и редко попадающие в дночерпатели. Как правило, представители мегабентоса являются обычным компонентом уловов донных рыбных тралов, как в ходе проведения научных исследований, так и на промысле. Однако, значительная степень неопределенности в оценке коэффициента уловистости буксируемых орудий лова создает определенные сложности при использовании этих данных для количественной оценки плотности поселения этой категории донных организмов. Тем не менее, долгоживущие и, обычно, приуроченные к определенным биотопам организмы мегабентоса являются прекрасными индикаторами качества окружающей среды и удобными объектами мониторинга состояния донного населения в целом.

Начиная с 2004 г., Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» совместно с норвежским Институтом морских исследований (IMR) ежегодно проводит комплексную экосистемную съемку Баренцева моря, которая включает в себя стандартные донные ихтиологические траления. Проводится полный количественно-таксономический учет бентосных беспозвоночных, прилавливаемых тралом наряду с рыбой.

Данное исследование посвящено проблеме негативного воздействия тралового промысла на донную биоту в целом и ее мегабентосную составляющую в частности. Донные траления, при которых происходит непосредственный контакт орудия лова с грунтом, являются одним из наиболее массовых видов промысловых операций в Баренцевом море и оказывают значительное негативное воздействие на донные сообщества. Наиболее интенсивен донный рыбный промысел непосредственно в локальных высокопродуктивных районах с богатой донной фауной. Помимо изъятия, уничтожения и травмирования организмов, происходит и изменение стратификации верхнего слоя осадка, что нарушает ход естественного развития биоценозов.

Многолетние данные экосистемных исследований показывают межгодовые колебания средних значений биомассы и численности. С начала исследований и до 2020 г. наблюдаются относительно стабильные показатели мегабентоса, далее - выраженная отрицательная динамика его количественных характеристик. Биоразнообразие при этом демонстрирует относительную межгодовую стабильность.

Наблюдается значительная неоднородность в распределении биомассы и разнообразия мегабентоса в пределах Баренцева моря. Наибольшие значения показателей обилия отмечены в северной части моря и в области распределения камчатского краба *Paralithodes camtschaticus*, а наименьшие – в южной части моря вдоль Мурманского берега, на короткую приходится наибольшая промысловая нагрузка. Ранее было показано, что между биомассой макробентоса и интенсивностью тралового промысла существует выраженная отрицательная корреляция. Многолетние результаты мониторинга подтверждают, что высокая интенсивность рыбного промысла приводит к снижению биоразнообразия и количественных характеристик мегабентоса Баренцева моря.

Исследования выполняются в рамках государственного задания ФГБНУ «ВНИРО» «Осуществление государственного мониторинга водных биологических ресурсов».

Оценка состояния запасов артемии (на стадии цист) в озерах Челябинской, Курганской, Тюменской, Омской, Новосибирской областей в условиях низкой водности 2022 года

Куцанов К.В., Разова Л.Ф., Бражников Е.В.

Тюменский филиал ФГБНУ "ВНИРО" («Госрыбцентр»)
e-mail: opb@gosrc.ru

В 2022 г. проведены комплексные исследования состояния водных биоресурсов (артемии (виды рода *Artemia*) и артемии (на стадии цист) (виды рода *Artemia*)) и среды их обитания в озерах Челябинской, Курганской, Тюменской, Новосибирской, Омской областей в весенне-летний и летне-осенний периоды. Всего обследовано 74 озера, из них 6 озер в Челябинской области, 18 озер в Курганской области, 2 озера в Тюменской области, 2 озера в Омской области, 46 озер в Новосибирской области. Общая площадь исследованной акватории составила около 403 км². Все озера мелководные, максимальная глубина не превышает 2,0 м.

Вегетационный сезон 2022 г. характеризовался продолжительной жарой (с мая по август) и низким количеством осадков, что отразилось в первую очередь на гидрологическом режиме озер. В озерах с падением уровня водности резко возросла минерализация, увеличилось количество самосадочных водоемов, появились пересохшие озера. К началу осени 30 % исследованных озёр стали сухими, и до 26 % увеличилась доля озер с минерализацией свыше 250 г/дм³. У части озер в осенний период наблюдалась садка соли, а ряд озер находились на стадии, предшествующей полному высыханию, что привело к ухудшению условий для обитания популяций артемии в средне- и высокоминерализованных водоемах.

Численность и биомасса артемии в озерах в летне-осенний период (в среднем по станциям) составляла от 0,13 до 33,4 тыс. экз./м³ и от 0,15 до 196,3 г/м. Показатели биомассы в большинстве озер Курганской, Омской, Новосибирской областей соответствовали показателям низкопродуктивных водоемов (менее 10 мг/л).

Численность планктонных цист в озерах пяти областей в августе - сентябре 2022 г. была в среднем от 2,1 до 85,4 тыс. шт./м³. Донные цисты присутствовали в большинстве озер, их плотность варьировала от 14 до 2517 тыс. шт./м².

В весенне-летний период промысловый запас артемии (на стадии цист) в озерах Челябинской области составил – 29,4 т; Курганской области – 269,0 т; Тюменской области – 0,0 т; Омской области – 15,6 т; Новосибирской области – 179,3 т.

В летне-осенний период общий запас артемии (на стадии цист) в озерах Челябинской области составлял – 6,9 т; Курганской области – 147,4 т; Тюменской области – 24,4 т; Омской области – 219,6 т; Новосибирской области – 148,7 т. Вследствие снижения уровня водности, значительного повышения уровня минерализации (свыше 250 мг/дм³), а также пересыхания части водоемов в течение летнего периода 2022 г. в Курганской, Челябинской, Тюменской, Омской, Новосибирской областях произошло снижение запасов артемии (на стадии цист) в 1,6 – 5,6 раза относительно среднеголетних значений общего запаса.

Синергизм рыбного сырья и бактериальных заквасочных культур для создания пробиотических пищевых продуктов

Лаврухина Е.В., Зарубин Н.Ю., Гриневич А.И.

Центральный аппарат ФГБНУ «ВНИРО»

e-mail: efrolenkova13@gmail.com

Приоритетным направлением является разработка современных технологий производства пищевой продукции, включая биотехнологии для создания условий производства продукции нового поколения с заданными характеристиками качества и продвижения принципов здорового питания. В соответствии с этим, разработка технологий и базы обогащенных рыбных продуктов ежедневного потребления на основе ассортиментно-рецептурной оптимизации с применением методов моделирования и биотехнологии имеет важное социальное значение. В частности, население РФ проявляет повышенный интерес к сегменту рынка пробиотических пищевых продуктов, как к одному из трендов здорового образа жизни. Данные свойства продукта позволяют поддерживать функциональную активность органов и тканей человека, корректировать состав внутренней индигенной микрофлоры кишечной микробиоты и, как следствие, повышать иммунную защиту организма. В связи с чем, проведены исследования по возможности биотрансформации филе промысловых (минтай (*Theragra chalcogramma*), треска (*Gadus macrocephalus*), макрурус малоглазый (*Albatrossia pectoralis*)) и потенциально промысловых видов рыб (получешуйник Гилберта «Бычок» (*Hemilepidotus gilberti*)) бактериальными заквасочными культурами (БЗК: *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Propionibacterium freudenreichii*, *Bifidobacterium bifidum*) с целью получения полуфабриката для дальнейшего использования как основы для пробиотических пищевых рыбных продуктов. Согласно полученным данным для обработки рыбного сырья были отобраны БЗК: *St. thermophilus* и *L. acidophilus*, которые оказывают положительное влияние на органолептические показатели, более активно замедляют рост КМАФАнМ, являются более устойчивыми культурами при хранении, и, в частности, *St. thermophilus* способен выдерживать более высокие температуры воздействия, чем другие культуры. Следует отметить, что *P. freudenreichii*, *B. bifidum* и *L. bulgaricus* также имеют положительные характеристики, но отрицательно влияют на ароматические характеристики мышечной ткани филе рыб.

Верифицированы оптимальные условия и параметры биотрансформации мышечной ткани филе рыб, которые спрогнозированы алгоритмами математического моделирования:

- доза внесения БЗК – $4,5 \times 10^{10}$ КОЕ/г;
- рН среды для биотрансформации – не более 5,3-5,9 в начале процесса и не менее 4,3-4,6 в конце процесса;
- продолжительность процесса биотрансформации – не менее 5 часов;
- температура процесса биотрансформации – 37 °С;
- соотношение сырье:раствор было принято – 1:2.

Модельные среды (3,5 % раствор глюкозы, восстановленная молочная сыворотка) могут быть взаимозаменяемыми, но предпочтение отдано раствору глюкозы концентрацией 3,5 %. Данная выборка БЗК, среды, параметров и условий позволит в дальнейшем получить образцы рыбного филе с приятным запахом, приемлемой консистенцией и необходимым количеством БЗК. Полученный полуфабрикат будет использоваться как основа для разработки рецептурного состава и конечной технологии пробиотических пищевых рыбных продуктов.

Количественная оценка показателей загрязнения воды при выращивании молоди сига в условиях индустриальной аквакультуры

Лядвиг А.С.

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО»
e-mail: a.s.lyadvig@gmail.com

Установлено, что индустриальное выращивание сопровождается загрязнением водоемов продуктами метаболизма рыб и остатками искусственных кормов. С постепенным распространением в рыбоводстве отечественных комбикормов актуальным становится определение их экологических параметров.

Целью исследования было оценить количество биогенов, органического вещества и взвесей, выделяемых молодью балтийского сига в процессе подращивания на отечественных искусственных кормах. Объектом явилась молодь балтийского сига (*Coregonus lavaretus*) в возрасте 47 - 129 суток средней массой от 0,09 до 4,7 г. Рыба выращивалась по индустриальной технологии в Центре технологий разведения сиговых рыб ООО «Форват» на кормах фирм «Русло» (Гатчина) и «Academfeed» (Новосибирск). Исследование проводилось с июня по сентябрь 2023 г. и включало в себя 6 серий опытов. Молодь высаживалась в экспериментальный непроточный аэрируемый бассейн объемом 32 л. Отбор проб воды осуществлялся до высадки молоди в бассейн, а также через 1-9 часов (в зависимости от возраста рыбы) после окончания кормления. Камеральная обработка проб проводилась в лаборатории аквакультуры Санкт-Петербургского филиала ФГБНУ «ВНИРО». Определялись БПК₅, бихроматная окисляемость (ХПК), концентрация ионов аммония, нитритов, нитратов и фосфатов, а также взвеси и осадок со дна бассейнов. Полученные значения сравнивались посредством приведения к единице массы корма.

Показатель аэробного биохимического окисления (БПК₅), а также общее содержание органики, характеризующееся показателем бихроматной окисляемости (ХПК), в удельном выражении на 1 г корма подчинялись единому тренду: максимальных значений они достигли в самую первую съёмку (15 июля) - 5,54 мг О₂/дм³ для БПК₅ и 7,84 мг О₂/дм³ для ХПК. Затем показатели снижались на протяжении июля, но 30 июля образовали пик - 5,22 мг О₂/дм³ для БПК₅ и 7,29 мг О₂/дм³ для ХПК, после которого вновь снизились.

Азотная нагрузка, выражающаяся преимущественно выделением ионов аммония, в удельном выражении возрастала с 0,39 мг N/дм³ 15 июля до 1,28 мг N/дм³ 30 июля, после чего в августе и сентябре составляла в среднем 0,59 мг N/дм³ на 1 г корма. В абсолютном выражении виден тот же тренд, но амплитуда колебаний значительно менее выражена.

Фосфорная нагрузка в удельном выражении изменялась в широком диапазоне - от 0,01 до 0,12 мг P/дм³. Максимальных значений она достигала 5 июня и 30 июля. Минимальные значения (13 июля и 22-23 августа) вероятнее всего связаны с неверно подобранным временем отбора пробы. Количество взвесей в абсолютном выражении снижалось относительно предшествующей съёмки в те дни, когда снижалась норма кормления по отношению к массе тела. Однако в удельном выражении эту закономерность можно отметить лишь 13 июля (количество взвесей составило 5,73 мг/дм³ против 10,13 мг/дм³ 15 июня). Начиная же с 20 июля удельное количество взвесей плавно росло, достигнув 5 сентября величины 14,91 мг/дм³ на 1 г корма.

Полученные в работе данные носят предварительный характер, и в дальнейшем планируется проведение более детальных исследований по данной тематике, в том числе на старших возрастных группах сиговых рыб.

Состояние запасов, ОДУ и промысла основных промысловых видов рыб во внутренних водоемах Республики Дагестан

Магомедов Г.А., Гаджиева Д.Г.

ЗКО ФГБНУ «ВНИРО» Волжско-Каспийского филиала («КаспНИРХ»)

e-mail: gusein2198@mail.ru

К внутренним водам Дагестана относят Аракумские нерестово-выростные водоемы (далее – НВВ), Нижнетерские НВВ, Южный Аграхан и оз. Кизикей, а также реки Терек, Сулак и другие водотоки, впадающие в Каспийское море.

Основными промысловыми видами рыб во внутренних водоемах Республики Дагестан являются: лещ, сазан, судак, сом пресноводный и щука.

В последние годы наблюдается тенденция снижения запасов и уловов во внутренних водоемах Республики Дагестан и южной части Аграханского залива Каспийского моря. Основной причиной крайне низкого освоения ОДУ основных промысловых видов рыб во внутренних водоемах Дагестана, как и других видов рыб, является неудовлетворительная организация промысла в условиях низкой его рентабельности. Отдельные предприятия, имеющие доли квот, не осуществляют промысел в связи с неблагоприятной промысловой обстановкой в Нижнетерских и Аракумских НВВ.

В 2020 г. общий объем вылова полупроходных и речных рыб во внутренних водоемах Дагестана составил 173,08 т, в 2021 г. уловы этих видов резко сократились и составили 54,322 т, что в 3,2 раза ниже уловов 2020 г. В 2022 г. общий объем вылова полупроходных и речных рыб во внутренних водоемах Дагестана составил 123,019 т, что в 2,3 раза выше уловов 2021 г.

Во внутренних водоемах Дагестана ОДУ на 2022 г. был определен в размере 133,9 т. Вылов по итогам года ОДУемых видов рыб составил 36,1 т, что на 4,6 т больше по отношению к 2021 г.

Оценка качественной структуры и динамика запаса леща по результатам моделирования CMSY на Нижнекамском водохранилище

Майданов К.В., Северов Ю.А., Шевчук К.А.

Татарский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТатарстанНИРО»)

e-mail: maydanovk@mail.ru

Оценка состояния рыбных ресурсов и их рациональное использование основываются на определении величины запаса и анализе качественной структуры эксплуатируемой популяции. В случае недостаточности или отсутствия многолетних рядов наблюдений данных процедура популяционного моделирования, оценки запаса и ориентиров управления строится на эмпирических, трендовых, индикаторных и других приближенных методах (III уровень информационного обеспечения запаса). Цель работы – оценка современного состояния качественной структуры популяции леща, биомассы его запаса, промысловой смертности и ориентиров рационального использования на Нижнекамском водохранилище. Большинство рыб, выловленных в акватории Нижнекамского водохранилища в период с 2020 по 2022 гг., относились к возрастной группе 6 – 14 лет, составив 87,3 %. В 2020 г основу уловов формировали особи, относящиеся к возрастной группе 9–11 лет (37,3 %), но в последующие годы стали преобладать младшевозрастные особи 6–8 лет (39,5–43,6 %). Согласно литературным данным, в период с 1992 по 2002 гг. промысел леща базировался на 9–15 летних особях, а в научно-исследовательских преобладали рыбы в возрасте 8–13 лет. В 2000 г средний возраст в уловах составлял 12,3 лет. По результатам ресурсных исследований в последние годы этот показатель снизился до 9,1 – 9,6 лет. Анализ межгодовых изменений биологических показателей в уловах также выявил, что наблюдается снижение показателя средней длины тела особей леща с 30,0 до 26,3 см. Максимальная длина леща не превышала 45,5 см. Основу численности леща формировали особи, относящиеся к размерной группе 21–30 см, за исключением 2017 и 2019 гг., где преобладали рыбы длиной 31 – 40 см, что также могло быть связано с применяемыми для отлова рыб орудиями лова. Доля более крупных особей (41 – 50 см), встреченных в уловах в последние годы наблюдений, была незначительной. По литературным данным, в 1992 г в научно-исследовательских уловах преобладали особи с длиной тела 31,2 см, а в 2002 г – 24,8 см. Таким образом, существенных изменений в размерной структуре популяции леща не наблюдалось. В рамках модели CMSY для определения биологических ориентиров (MSY , B_{MSY} , F_{MSY}) использовалась концепция максимально устойчивого улова (MSY). Полученные параметры позволили интерпретировать результаты и выбрать оптимальное правило регулирования промысла с учетом концепции MSY . В соответствии с полученными данными в период 1984–1986 гг. биомасса запаса леща в Нижнекамском водохранилище находилась ниже целевого ориентира рациональной эксплуатации ($B/B_{MSY} < 1$), то есть запас использовался слабо, что в первую очередь связано с началом эксплуатации леща в водохранилище, а с 1987 по 2020 гг., в течение 33 лет, наоборот, превышала его. В последние годы биомасса запаса вновь опустилась ниже граничного ориентира. Тем самым состояние популяции ухудшилось, так $B_{2022}=816$, $B_{MSY}=929$ и $B/B_{MSY}=0,88$. С 2018 г. промысловая смертность стала превышать уровень целевой эксплуатации, который в последний год возрос вдвое ($F_{2022}=0,246$, $F_{MSY}=0,121$, $F/F_{MSY}=2,03$). Таким образом, промысловая биомасса запаса леща в последние годы проведения исследований находилась ниже целевого ориентира, а промысловая смертность, наоборот, возросла. Полученные результаты свидетельствуют об увеличении промысловой нагрузки на популяцию леща Нижнекамского водохранилища выше рационального уровня (MSY).

Динамика численности тихоокеанских лососей российского происхождения в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне

Макоедов А.А.

Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»)

E-mail: a.makodov@sakhniro.ru

Тихоокеанские лососи исторически являются одними из основных объектов промысла в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне, а также основой жизни многих природных экосистем и экономики региона. Во-первых, тихоокеанские лососи обладают ценными вкусовыми качествами, соответственно, эти рыбы востребованы не только населением Дальнего Востока и России в целом, но и за пределами нашей страны. Во-вторых, значительная часть доходов с промысла тихоокеанских лососей наполняет бюджет региона. В-третьих, промышленное рыболовство в отношении лососей имеет весомую социальную значимость, а именно создание рабочих мест для местного населения. Для дальнейшего успешного освоения данного ресурса, необходимо понимание, как с научной, так и с практической точек зрения будущих трендов численности этого высоколиквидного объекта промысла.

На сегодняшний день на Дальнем Востоке России для добычи анадромных видов рыб (тихоокеанских лососей) сформировано 1626 морских и речных рыболовных участков. Основная часть договоров пользования участками была заключена в 2008 г. сроком на 20 лет. Таким образом, в 2027-2028 гг. срок действия большинства договоров истекает, что делает актуальным вопрос о будущем развитии лососевого хозяйства в России.

Средний вылов тихоокеанских лососей российского происхождения за период с 1907 по 2022 гг. составил около 250 тыс. т. Полный цикл от минимумов до максимумов занял примерно 72 года. Продолжительность высокого уровня численности составила около 35 лет, низкого - около 40 лет. Большая часть урожайных пугин пришлась на нечётные годы. Смены доминант происходили чаще всего в периоды подъёма численности. Стоит отметить, что по данным вылова с пугин 2000-х и 2010-х гг. получены очень высокие результаты. В 2018 г. суммарный вылов тихоокеанских лососей российского происхождения составил 668 тыс. т.

Во-второй половине 2020-х - начале 2030-х гг. среднегодовые уловы будут выше 250 тыс. т. По-видимому, даже в самые «нерыбные» годы объёмы добычи не будут снижаться менее 200 тыс. т.

На основании вышеизложенного можно констатировать, что сырьевая база отечественного лососевого хозяйства находится на заключительном отрезке периода высокой численности, что не позволяет рассчитывать на рентабельную работу на подавляющей части существующих рыболовных участков, предназначенных для промышленного рыболовства, так как ресурсный потенциал в указанный промежуток времени будет ниже в 2-3 раза, чем требуется для обеспечения среднего уровня экономической рентабельности.

Гидрохимические условия поверхностного слоя Берингова моря в осенний период 2023 г.

Малыгин Е.Ю.

Тихоокеанский филиал ФГБНУ "ВНИРО" («ТИНРО»)
e-mail: egor.malygin@tinro.ru

Научно-исследовательские работы в Беринговом море проходили с 23 сентября по 4 октября 2023 г., в этот период на 68 станциях был произведен отбор проб на определение содержания в морской воде растворенного кислорода и биогенных элементов. Всего выполнено свыше 500 определений растворенного кислорода и биогенных элементов.

Для расчета аномалий концентраций были использованы данные World Ocean Atlas 18 с сайта <http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOA18>.

Пространственное распределение растворенного кислорода в поверхностном слое на акватории Берингова моря изменялось в пределах 6,4 – 7 мл/л. Пониженные значения (6,4 мл/л) наблюдались вблизи Командорских островов. На всей исследуемой акватории наблюдались отрицательные аномалии. В среднем, значения аномалий растворённого кислорода в поверхностном слое изменялись в диапазоне -1...0 мл/л. Степень насыщения воды кислородом в поверхностном слое на всей акватории Берингова моря изменялась в пределах 99-103 %, что оказалось ниже нормы на -8 – -1 %.

Концентрации кремния в поверхностном слое изменялись в пределах 15 – 30 μM , однако на большей части акватории она составляла 20 – 25 μM . Зафиксированные значения концентрации кремния в поверхностном слое на большей части исследуемого полигона оказались ниже нормы на 5 – 20 μM , однако в прибрежных районах наблюдались слабые положительные аномалии.

Концентрации фосфора в поверхностном слое изменялись в диапазоне 0,8 – 1,8 μM . Самые низкие концентрации, ниже 1 μM , отмечались в прибрежных водах между 61° с.ш. и 62° с.ш. Полученные значения концентрации фосфора в поверхностном слое оказались выше нормы практически на всей акватории и менялись в диапазоне -0,2 – 0,8 μM .

Зафиксированные значения уровня кислорода оказались ниже нормы практически на всей акватории моря. Такая же ситуация наблюдалась и в значениях уровня насыщения воды кислородом. Концентрации кремния в поверхностном слое, в основном, были ниже нормы. А полученные значения содержания фосфора в водах поверхностного слоя оказались выше нормы.

Воздействие высокого уровня загрязнения нефтепродуктами водной среды на развитие водоросли *Fucus distichus* subsp. *evanescens* (Phaeophyceae)

Мартыненко Д.О., Климова А.В.

ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»

e-mail: darri.martynenko@yandex.ru

Загрязнение нефтепродуктами прибрежных районов является актуальной проблемой в контексте сохранения морских экосистем. В ключевых городах-портах Российской Федерации содержание этого загрязнителя в водной среде отслеживается посредством ведения государственного мониторинга за состоянием окружающей среды. Одним из таких городов является Петропавловск-Камчатский (Камчатский край), который расположен вдоль северо-восточного побережья Авачинской губы (Авачинский залив). В акватории бухты регулярно отмечается превышение ПДК нефтепродуктов в водной среде. Кроме того, большая часть береговой полосы (59 %) в черте города существенно преобразована причальными сооружениями. Оставшиеся нетронутыми городской застройкой районы имеют достаточно обедненные по видовому составу литоральные сообщества. Тем не менее среди массовых видов макрофитобентоса здесь уже долгое время доминирует бурая водоросль *Fucus distichus* subsp. *evanescens*. Учитывая многолетнее воздействие загрязнителей на популяцию *F. distichus* в бухте, была предпринята попытка выявления диапазона толерантности этого вида к избыточному содержанию нефтепродуктов в среде. Проведенный анализ содержания нефтепродуктов в прибрежных районах северо-восточного побережья Авачинской губы в период с июля по сентябрь 2023 г. выявил значительные колебания этого параметра – от менее чем 0,02 до 8,57 мг/л. Несмотря на то, что средний уровень этого загрязнителя достигал 1,88 мг/л, многократное превышение ПДК определено в большинстве исследованных районов. Исключение составили пробы воды, собранные в августе в бухте Завойко и у центральной набережной города близ сопки Никольская. Во всех районах исследования на литорали произрастает *F. distichus*. Учитывая зарегистрированные концентрации загрязнителя в бухте, для проведения эксперимента по определению устойчивости водоросли были выбраны концентрации нефтепродуктов в среде 2 и 20 мг/л. Тестируемые концентрации соответствуют 40 и 400 ПДК загрязнителя. Выращивание проростков *F. distichus* проводили в условиях лабораторных культур при 8°C, естественное освещение и фотопериоде 8:16 в течение 44 суток. Культуры водорослей развивались в IMR-среде без добавления нефтепродуктов (контрольная группа) и в средах с содержанием загрязнителя 2 и 20 мг/л (испытываемые группы). Замену культуральных сред проводили ежедневно, при этом в последнюю неделю эксперимента все группы водорослей выращивали в средах без внесения нефтепродуктов. К концу эксперимента проростки в контрольной группе достигали 860 мкм, в испытываемых культурах с концентрацией 2 мг/л – в среднем 725 мкм и с концентрацией 20 мг/л – 650 мкм. Отставание в скорости роста водорослей в испытываемых группах составило 20-32 % от контроля. Водоросли в испытываемых группах развивались с типичной для этого вида морфологией, при этом, как и в контрольной группе, у большинства проростков формировался хорошо выраженный главный ризоид. Аномалии, связанные с нарушением оси роста водорослей, встречались редко (менее 3 %) и только при максимальном содержании нефтепродуктов. Выполненное исследование выявило крайне высокий диапазон устойчивости ранних стадий развития бурой водоросли *F. distichus* к постоянному воздействию повышенной концентрации (до 400 ПДК) нефтепродуктов в среде. Продолжение исследований адаптивных реакций этого вида к тестируемому загрязнителю позволит прогнозировать изменения численности его популяции в Авачинской губе после аварийных разливов нефтепродуктов.

Размерный состав траловых уловов самцов камчатского краба на юго-востоке Баренцева моря 2022-2023 гг.

Маршалковский Д.А., Блинова Д.Ю.

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО им. Н.М. Книповича»)
e-mail: marshal@pinro.vniro.ru

Исследование пространственного распределения камчатского краба в Баренцевом море является одной из основных задач изучения популяции этого интродуцента в Баренцевом море. Анализ крабов по размерному составу важен для понимания структуры его запаса и характера возрастных и нерестовых миграций, уровней пополнения и убыли, степени воздействия промысла. Целью работы было выявить распределение самцов промыслового размера с шириной карапакса (ШК) 150 мм и более, а также пререкрутов - крабов, которые пополняют промысловый запас в следующем году или через год. В работе использовался материал, собранный в августе-сентябре 2022 и 2023 гг. в ходе ежегодных донных траловых съемок камчатского краба на юго-востоке Баренцева моря на НИС «Профессор Бойко». Всего проанализировано 2144 крабов (1949 самцов, 195 самок) из 246 уловов тралов (114 тралений в 2022 г. и 132 – в 2023 г.). Для более эффективного анализа размерной структуры уловов выделено 6 категорий крабов (до 130 мм, 131-149 мм, 150-170 мм, 171-190 мм, 191-210 мм и 211 и более).

По результатам анализа крабов из траловых уловов в 2022-2023 гг. было отмечено пространственное перераспределение скоплений камчатского краба на юго-востоке Баренцева моря. Аналогичная ситуация наблюдалась в предыдущие годы проведения траловых исследований в этом районе.

Размерный состав всех исследованных крабов имел схожие черты: большинство самцов в 2022 и 2023 гг. имели ширину карапакса 161-170 и 201-220 мм, а средние значения ширины карапакса в исследуемом периоде также были одинаковы и составили 171 мм. При этом, среди обследованных локальных районов максимальное среднее значение ширины карапакса крабов в 2022 г. наблюдалось в уловах, полученных на акватории северного склона Канино-Колгуевского мелководья и достигало 194 мм, а в 2023 г. оно составило 209 мм и было отмечено в уловах в Западно-Центральном районе.

Анализ размерного состава показал количество крабов всех размерных групп в траловых уловах. В Западно-Центральном районе и на Северо-Канинской банке было отмечено отсутствие в уловах самцов с ШК менее 170 мм. В Западно-Центральном районе наблюдали увеличение количества более крупных особей, однако на Северо-Канинской банке и других районах, наоборот, количество этих крабов в уловах сократилось, что может быть вызвано разницей в интенсивности промысла в этих районах. Самцы краба с шириной карапакса более 131 мм встречались в уловах на всей акватории съемки, а более мелкие особи в Канино-Колгуевском мелководье и Северо-Канинской банке.

За 2022-2023 гг. размерный состав уловов в различных локальных районах практически не изменился, за исключением Северо-Канинской банки и Западно-Центрального района, где средняя величина ширины карапакса крабов возросла на 40 мм, что было обусловлено увеличением долей крупных самцов в уловах.

Таким образом, на исследованной в 2022-2023 гг. акватории юго-востока Баренцева моря среди самцов камчатского краба в траловых уловах преобладали особи промысловых размеров. Среди проанализированных локальных районов наиболее важное промысловое значение имеет Канино-Колгуевское мелководье, где, по данным наших наблюдений, было сосредоточено наибольшее количество промысловых самцов.

Применение методов машинного обучения для анализа генетического полиморфизма популяций

Марьяновская Т.А.^{1,2}, Щербаков Д.Ю.^{1,2}

¹Новосибирский национальный исследовательский государственный университет

²Лимнологический институт СО РАН

email: t.maryanovskaya@g.nsu.ru

Микроэволюционные процессы в популяциях часто влияют на генетический полиморфизм. Соответственно, искажения картины частот аллелей можно использовать для выяснения процессов и в популяциях, и в сложно организованных сообществах разных видов. Для описания генетических процессов в популяциях существует множество моделей, которые позволяют нам тестировать различные аспекты микроэволюции.

Традиционный подход заключался в моделировании и получении симулированных маркеров, таких как нуклеотидные последовательности и частоты микросателлитных маркеров в различных сценариях эволюции популяций. Это позволяет разрабатывать методы анализа экспериментальных данных для подтверждения или опровержения гипотез об устройстве и эволюции организмов, а также для анализа достаточности экспериментальных данных, полученных для этой цели.

В рамках работы авторы разработали модель нейронной сети, которая анализирует собранные экспериментальные данные и предсказывает соотношение полового размножения к бесполому у тех организмов, которые способны менять стратегию размножения (гидры, некоторые ракообразные и моллюски и т.п.).

Результат демонстрирует возможности, которые открываются для исследования микроэволюционных процессов и их влияния на разнообразие организмов в результате объединения компьютерных моделей популяционных процессов и модели нейронной сети. Этот подход будет полезным инструментом для дальнейших исследований в этой области.

Определение возраста черного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum, 1793) в море Лаптевых

Мельникова Ф.А., Ведищева Е.В., Трофимова А.О.

Центральный институт ФГБНУ «ВНИРО»
e-mail: felicia@vniro.ru

Черный палтус *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum, 1793) имеет широкий ареал распространения: в северных частях Атлантического, Тихого океана и в арктических морях. Возраст черного палтуса моря Лаптевых до сих пор остается малоизученным.

Материал для исследования получен в ходе научно-исследовательских работ НИС «Профессор Леванидов» 11 сентября 2019 г. в море Лаптевых. Черный палтус в ходе донного траления был обнаружен на глубине 752 м, температура воды у дна 0,2 °С. Для определения возраста в данной точке была отобрана 41 особь. В ходе исследования проведен полный биологический анализ. Длину тела измеряли по Смитту – до конца средних лучей хвостового плавника (*FL*) с точностью до 1 см. Возраст определяли по общепринятой методике, по поперечному слою отолита, проходящему через ядро, обожженному и отшлифованному в лабораторных условиях при помощи стереомикроскопа OLIMPUS SZX12.

В улове самцы по численности преобладали над самками 56,6 % и 46,3 %, соответственно (22 самца и 19 самок). Средняя длина самцов составляла 42,8 см, самок – 40,7 см. Масса самцов варьировалась от 468 до 1073 г, самок – соответственно от 192 до 1220 г. Палтус в уловах представлен преимущественно неполовозрелыми особями – II стадии зрелости гонад. Самая крупная особь – самка длиной 58,1 см, возрастом 7 лет, имела массу 1220 г. В данном районе возрастной состав палтуса в уловах представлен 6–8 летними особями. Палтус длиной 26 – 46 см, массой 192 – 925 г соответствовал 6 годам, особи длиной 36 – 51 см и массой 380 – 1220 г соответствовали возрасту 7 лет, особи – 41 – 48 см, массой 591 – 1073 г соответствовали возрасту 8 лет. По раннее проведенным исследованиям в море Лаптевых в 2015 г. возраст самцов с длиной от 17,3 до 54,8 см варьировал от 3 до 11 лет и возраст самок длиной 11,5–53,7 см – 2–10 лет.

Таким образом основу уловов черного палтуса составляли особи 6 лет (29 %), 7 лет (51 %) и 8 лет (20 %). Возрастной состав самцов и самок не отличался.

Инвазии донных сообществ в Каспийское море в современный период

Минакова Е.В.

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»)

e-mail: ppv.elena93@mail.ru

Известно, что неполносоленые водоемы юга России и, в частности, Каспийское море, характеризуются относительно низким видовым разнообразием и довольно уязвимы для проникновения чужеродных беспозвоночных. Вселения всего одного вида может быть достаточно, чтобы экосистема водоема полностью перестроилась или даже деградировала. Возникающая проблема интродукции посторонних организмов в водную экосистему не является новой. В истории Каспийского моря уже известны результаты как планового вселения «чужих» видов беспозвоночных, так и случайного – путем заноса с балластными водами судов. Причем, если в первом случае такие виды, как полихета *Нереис* или двустворчатый тонкостенный моллюск *Абра* положительно повлияли на состояние биоты – расширилось видовое разнообразие донной фауны и улучшилась кормовая база рыб, то проникновение гребневика *Мнемиопсиса* не только вызвало негативные изменения в планктонных и бентосных сообществах, но и подорвало промысел каспийской кильки. Однако нельзя считать, что все случайно вселившиеся организмы окажут отрицательное влияние на существование автохтонной фауны моря. Известны факты, когда стихийно проникшие в Каспий чужеродные виды донных беспозвоночных успешно адаптировались в новых условиях, вошли в разряд второстепенных или случайных компонентов питания и со временем стали излюбленными кормовыми объектами бентосоядных рыб. Примерами такого вселения являются моллюски *Cerastoderma lamarcki*, *Mytilaster lineatus*, краб *Rhithropanopeus harrisi* и другие. В последние годы сотрудниками института были обнаружены новые для каспийской фауны виды, не встречаемые и не описанные ранее. Так, в 2018 г. в бентосе были зафиксированы единичные экземпляры многощетинковых червей рода *Marenzelleria*. Эти черви также были встречены в зоопланктонных пробах и в питании проходных и полупроходных рыб. Рост численности вселившихся полихет в отдельных районах моря стал достигать высоких значений уже в 2022 г. В ходе дальнейших исследований выявлено, что ежегодно наиболее массовое развитие маренцеллерии наблюдается в осенний период. По анализу трофологического материала значимость вселившихся червей также возрастает осенью, достигая 45 % от массы пищевого комка сеголеток воблы и претендуя на роль главного корма молоди данного вида рыб. В рационе сеголеток осетра черви маренцеллерия также составляют значительный процент от общей массы потребленных организмов. Можно сказать, что, в результате случайного вселения, полихеты рода *Marenzelleria* быстро приспособились к условиям Каспийского моря, размножились и расселились по акватории, и к настоящему времени стали важным объектом питания бентосоядных рыб. Еще одним из примеров недавнего вселения в фауну Каспийского моря является мизида *Mesopodopsis slabberi*, которая была обнаружена в 2019 г. Поскольку мизиды совершают регулярные горизонтальные и вертикальные миграции, оценить в полном объеме развитие и распространение данных рачков достаточно сложно. Однако упомянутый вид уже был зафиксирован сотрудниками института не только в планктонных и бентосных пробах, но и в содержимом желудков сеголеток осетра, что говорит о том, что проникающая в Каспий мизида, аналогично маренцеллерии, является кормовым бентосным организмом. Для понятия последствий зарегистрированных недавних инвазий донных сообществ должны пройти годы. Но в настоящее время ситуация с новыми вселенцами является положительным аспектом в расширении кормовой базы бентосоядных рыб.

Зарубежный опыт в восстановлении европейского осетра *Acipenser sturio*

Митрюшкина Д.К., Киселева М.Н., Аналикова О.В.

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ им. Л.С. Берга»)
e-mail: Dianaa.5@yandex.ru

Европейский осетр *Acipenser sturio* - один из девяти диадромных видов осетровых в мире. Этот вид был утрачен на значительной части своего основного ареала. На конец XX века последнее место обитания, где все еще присутствовала популяция, в которой особи завершали свой жизненный цикл, находилась во Франции. Европейские осетры мигрируют вдоль Атлантического побережья Европы от Бискайского залива до Бристольского канала и Северного моря. Вид занесен в список исчезающих видов во Франции с 1982 г. и в настоящее время охраняется национальными и международными конвенциями.

В начале прошлого века, в водах Европы, существовали параллельно два близких вида - *A. sturio* и *A. oxyrinchus*. В работах И.В. Тренклера отмечается, что наиболее дискуссионным остается вопрос о систематическом положении балтийского осетра, так как живых особей этой популяции нет, а до 1960-х годов всех атлантических осетров Европы и Америки в СССР относили к одному виду *A. sturio*. В 1990-х годах было установлено генетическое сходство балтийского осетра (музейный экспонат) и *A. oxyrinchus*. После этого стали разрабатываться программы по восстановлению балтийского осетра. Одно из мероприятий по восстановлению вида состоит в создании маточного стада (*ex-situ*) с целью получения потомства для выпуска в речные системы в попытке увеличить естественную популяцию. В настоящее время условия выращивания рыб в рыбопитомниках с целью сохранения являются предметом повышенного внимания, поскольку искусственная среда может вызывать поведенческие реакции, отличные от тех, которые свойственны «диким» рыбам.

Результаты французских исследователей показали, что содержание рыбы в рыбопитомниках в обогащенной среде привело к увеличению ее роста с первого месяца. Под обогащенным выращиванием предполагаются условия, которые имитируют изменения природной среды. При этом, стоит отметить, что при содержании в обогащенной среде темп роста рыб был стабилен, в отличие от темпов роста при традиционном выращивании. Эти данные могут отражать приспособленность рыб к неизменяющимся условиям окружающей среды. Анализ поведения показал, что рыба, выращенная в обогащенной среде, медленнее исследует новую среду, но при этом в процессе участвует больше особей, в отличие от рыб при традиционном выращивании. В обоих вариантах выживаемость была высокой (>80 %) в течение всего исследования.

Результаты свидетельствуют в пользу интеграции обогащенных методов выращивания в производство молоди для выпуска, чтобы повысить производительность, связанную с физиологической приспособленностью. Методы зарыбления и исследования на начальных этапах развития должны работать сообща, чтобы способствовать адаптивным подходам к аквакультуре для сохранения видов.

Данные гаплотипирования сигов Ладожского озера для оценки перспектив искусственного воспроизводства волховского сига

Митрюшкина Д.К., Киселева М.Н.

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ им. Л.С. Берга»)
e-mail: Dianaa.5@yandex.ru

Согласно современной классификации, волховский сиг является подвидом сига обыкновенного *Coregonus lavaretus* – *Coregonus lavaretus baeri* Kesler 1864. Он принадлежит к группе проходных малотычинковых сигов Балтийского моря. К области его распространения его относится юго-восточная часть Ладожского озера. На нерест сиг шел из озера в Волхов, Сясь и Свирь, а по Свири в Онежское озеро. Поскольку данные о генетической структуре популяции являются необходимой информацией при проведении мероприятий по её сохранению или восстановлению, при восстановлении популяции волховского сига необходимо уточнение вопроса о его генетических характеристиках. Результаты исследования указывают на необходимость уточнения вопросов, связанных с возможными сценариями его эволюции.

Материалом для исследования сига послужили коллекционные образцы из генетической коллекции «ГосНИОРХа» двух выборок волховского сига (оплодотворенная икра, личинки и плавники), выборка из Ладожского озера представлена тканью сердечной мышцы. Общее количество проб в исследовании 112 штук.

Выделение и очистка тотальной ДНК из зафиксированных в 96 % этаноле проб тканей сига проведены солевым методом. Участок мтДНК *ND1-ND2* длиной 2295 п.н., использованный для гаплотипирования, амплифицирован с использованием праймеров разработанных в лаборатории ранее. Полимеразную цепную реакцию проводили в амплификаторе Biogad T100 MyCycler в 20 мкл реакционной смеси, температура отжига праймеров 57 °С. Ферментативную обработку исследуемого участка проводили 4 эндонуклеазами рестрикции (рестриктазами) – *AluI*, *ApaI*, *BmeI*8I, *Kzo*9I. Из 48 выявленных с помощью четырёх рестриктаз сайтов рестрикции два показали изменчивость в исследованных выборках сига из низовьев реки Волхов и Ладожского озера. На основе ПЦР-ПЦРФ анализа определены филогенетические линии (гаплотипы) в двух выборках сига: три комплексных гаплотипа составлены по результатам анализа спектров продуктов рестрикции. Полученные гаплотипы обозначены нами как *Clav1*, *Clav2*, *Clav3*. Проценты гаплотипов *Clav1* в первой выборке (ремонтно-маточное стадо) составляют 54 %, во второй (потомство от диких производителей) 81%, *Clav3* – 33 % и 19 % соответственно. Гаплотипы *Clav1* и *Clav3* имеют преобладание в обеих выборках, но в выборке из ремонтно-маточного стада был найден третий гаплотип, и его доля составила 13 % (*Clav2*). Доминирующие гаплотипы во всех выборках, в том числе в выборке диких особей из Ладожского озера, одинаковы, *Clav1* – 27 %, *Clav2* – 27 %, *Clav3* – 23 %, так же в выборке присутствуют три других гаплотипа, но их процент в три раза меньше.

После изменения мест нереста, вызванных зарегулированием р. Волхов в 1926 г., волховский сиг претерпел и претерпевает в настоящее время скрещивания с другими морфами сигов Ладожского озера. Поскольку гаплотипы, выявленные у Волховского сига широко представлены в европейских популяциях, генетическое разнообразие Волховского сига может быть отражением сложной эволюционной истории сигов. Для разработки рекомендаций к искусственному воспроизводству данного подвида считаем целесообразным проанализировать ДНК музейных образцов волховского сига.

Перспективы использования паразитов в качестве биологических меток для разграничения локальных стад рыб

Новокрещенных С.В., Фролов Е.В.

Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»)

e-mail: s.novokreshennyh@sakhniro.ru

Впервые использование паразитов в качестве биологических меток описано в работе В. Херрингтона в 1939 г. В течение XX – XXI веков в развитии теории о паразитах-индикаторах принимали участие отечественные и зарубежные исследователи.

В 2014 г. К. МакКензи сформулировал требования, предъявляемые к биологическим меткам. В настоящее время данная теория успешно применяется на практике. Однако, применение данной теории требует «осторожного подхода». Так, при изучении возможности использовать личинок *Dibothriocephalus nihonkaiensis* и *Anisakis simplex* для разграничения локальных стад горбуши южного Сахалина выявлено следующее обстоятельство. Несмотря на то, что личинки *Dibothriocephalus nihonkaiensis* соответствовали всем критериям, предъявляемым к паразитам-индикаторам, их количественные характеристики зараженности (индекс обилия) были не высокими, что не позволило использовать паразитов в качестве биологических меток. Аналогичная ситуация возникла и при разграничении локальных стад наваги у о. Сахалин. Для дифференциации наваги северного-западного и юго-восточного побережий о. Сахалин, теоретически могут быть использованы три вида паразитов: *Pyramicocephalus phocarum* l., *Nybelinia surmenicola* l. и *Echinorhynchus gadi*. Но на практике в качестве биологической метки подходит только *Nybelinia surmenicola* l.

Таким образом, надежным методом дифференциации локальных стад рыб остается комплексный подход, включающий в себя сведения о биологии вида, молекулярно-генетические исследования и данные о паразитофауне объекта, в качестве дополнительного метода.

Оценка степени загрязненности воды в реке Содема (Вологодская область)

Попета Е.С.^{1,2}, Лобуничева Е.В.¹

¹Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО»

²Череповецкий государственный университет

e-mail: evgenyropeta@gmail.com

Река Содема принадлежит к бассейну Белого моря и является правобережным притоком реки Вологды. Длина реки составляет 19 км. Ширина водотока колеблется от 0,5–1 м в верхнем течении до 2–5 м в нижнем течении. Речная долина имеет склоны высотой 3–6 м и пойму шириной 10–15 метров. В верхнем и среднем течении река Содема испытывает сравнительно небольшую антропогенную нагрузку, связанную преимущественно с сельскохозяйственным освоением. В нижнем течении река протекает по центральной части города Вологда, что и обуславливает значительную антропогенную трансформацию всех элементов экосистемы водотока. В реку поступает большое количество поверхностных сточных вод, канализационных стоков, твердых бытовых отходов. Все загрязнения, попадающие на поверхность водосбора (в первую очередь, автомобильные масла, а также эмульсии и смеси нефтепродуктов), стекают в водоток. Оценка состояния загрязнения воды в реке Содема проведена в соответствии с Методическими указаниями «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям» (РД 52.24.643-2002). Для оценки качества воды были приняты ПДК вредных веществ для водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение (Приказ Минсельхоз РФ от 13.12.2016 г. № 552). Данные о химическом составе воды предоставлены Департаментом городского хозяйства Администрации г. Вологда. Отбор проб воды производился в 8 точках мониторинга, в черте города Вологда, в летний период 2021 г. В поверхностных водах реки Содема в контрольных створах содержание загрязняющих веществ не превышает фоновых значений для показателя взвешенные вещества, в рамках погрешности метода измерений. Средняя концентрация азота аммонийного на всех станциях мониторинга составляет 0,57 мг/дм³. Самые высокие концентрации (1,3 мг/дм³) были зафиксированы в июле в районе улиц Предтеченская и Козленская. Содержание азота нитратов в реке Содема на момент исследования варьировало от 0,9 мг/дм³ до 2,3 мг/дм³, при среднем значении 1,6 мг/дм³. Средние значения азота нитритов в водотоке – 0,16 мг/дм³, при максимальной концентрации 0,18 мг/дм³, что свидетельствует о стабильном содержании этого соединения в воде. Самые высокие концентрации фосфора фосфатов (0,6 мг/дм³) фиксировались в районе улицы III Интернационала. Самые низкие показатели фосфатов по (P) 0,3 мг/дм³ отмечены в районе улицы Мира. Концентрация нефтепродуктов и показатель БПК₅ были стабильны в течении всего периода наблюдений и в среднем равнялись 0,08 и 2,19 мг/дм³ соответственно. Превышение ПДК_{рбх} в воде р. Содема в период наблюдений зарегистрировано по фосфор фосфатам в 9,8 раз, по азоту аммонийному и нефтепродуктам в 1,2 раза, а также БПК₅ в 1,1 раза. Содержание кислорода в реке Содема колебалось от 1,5 до 7,0 мг/л. Концентрации азота нитритного и азота нитратного были в пределах допустимых значений. Исходя из анализа средних значений загрязняющих веществ, по гидрохимическим показателям воды реку Содема можно отнести к 3 классу чистоты – «умеренно загрязнённые». Для улучшения качества воды в реке Содема необходимо усилить контроль над соблюдением требований природоохранного законодательства и активно привлекать к охране водотока общественность и хозяйствующие субъекты.

Оценка влияния рыбохозяйственной мелиорации на среду обитания водных биоресурсов Цимлянского водохранилища

Прошкина О., Андреева И.А, Каширина А.А, Чухнин В.А.

Волгоградский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ВолгоградНИРО»)

E-mail: Olita2@yandex.ru

Цимлянское водохранилище образовано в долине реки Дон, на территории Ростовской и Волгоградской областей и имеет большое рыбохозяйственное значение. Водохранилище отличается наличием обширных прибрежных мелководий, что в свою очередь, благоприятно влияет на развитие высшей водной растительности.

По гидрологическому режиму и морфометрическому строению Цимлянское водохранилище делится на четыре плеса – Приплотинный, Потемкинский, Чирской, Верхний, последние из которых наиболее чувствительными к изменениям уровня. Ярким примером трансформации на Чирском плесе может служить река Мышкова, являющееся левым притоком Дона (Цимлянское водохранилище).

Здесь, при сочетании и доминировании различных природных факторов (изменение водности, волновых процессов и др.) на протяжении многих лет происходили необратимые процессы, которые существенно повлияли на морфологию водного объекта. Как следствие – зарастание, которое при чрезмерном его увеличении способно оказывать негативное воздействие на экосистемы водоемов и условия воспроизводства промысловых видов рыб.

Для оценки состояния естественного воспроизводства использовались показатели урожайности молоди. Согласно многолетним данным «ГосНИОРХ» и «ВолгоградНИРО» к 1996 г. в составе молоди преобладали лещ (28,8 %), густера (34,7 %), плотва (24,7 %), однако, уже к середине 2000-х годов, усиление разрушающих процессов привело к практически полному перекрытию прохода производителей к местам нереста. За последующий период наблюдений, с 2008-2017 гг. на этом участке в 3,2 раза сократилась урожайность молоди леща (с 28,8 % до 8,7 %), сазана в 50 раз (с 2 % до 0,05 %). Полностью выпали из видового состава – синец, жерех, язь и белоглазка. В связи с этим, были даны научно обоснованные предложения для принятия управленческих решений по проведению рыбохозяйственной мелиорации на Цимлянском водохранилище.

В 2017-2019 гг. на участках, прилегающих к устью реки Мышкова, проводились работы по расчистке от высшей водной растительности. В ходе проведения мелиоративных мероприятий были расчищены участки на акватории более 500 га, как по береговой линии, так в глубину Цимлянского водохранилища. По окончании работ сотрудниками «ВолгоградНИРО» был произведен учет урожайности молоди на вновь расчищенных нерестовых участках, который показал значительный рост численности молоди. Стоит отметить присутствие в уловах важных промысловых видов рыб на участках подверженных мелиорации – это сеголетки (0+) судака, леща, сазана, синца и молодь (1-2+) рыба.

Проведение мелиоративных работ по выкосу высшей водной растительности оказало благоприятное воздействие на гидрохимический и гидробиологический режимы, что в свою очередь, положительно сказалось на воспроизводстве и росте рыбопродуктивности участков расчистки в целом.

Любительское рыболовство на реке Днепр

Родимова З.Н., Жарикова В.Ю.

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)
e-mail: zzn100@list.ru

Любительское рыболовство активно развито на территории всех субъектов Российской Федерации, в том числе на крупных реках (Днепр, Десна, Дон, Ока и др.). Река Днепр – сложная речная система, имеющая высокую экономическую, социальную и экологическую ценность. Это крупный хозяйственный многоотраслевой комплекс с высоким уровнем освоенности и антропогенной нагрузки на земельный, водный потенциал, биологическое разнообразие. На его территории размещены крупные населенные пункты, большое количество средних и малых городов, промышленные центры, сельскохозяйственные угодья. Оценка влияния любительского рыболовства на рыбные запасы реки Днепр является неотъемлемой частью успешного мониторинга рыбных запасов. Задачей исследования являлось определение количества рыбаков-любителей и видового состава уловов в осенний период 2023 г. Для определения влияния любительского рыболовства на р. Днепр использована методика, согласно которой выполняли визуальные наблюдения за интенсивностью лова, непосредственный учет рыбаков-любителей. Визуальные наблюдения осуществлялись на определенном участке водоема от пересечения с Минским шоссе в районе д. Надежда Сафоновского района Смоленской области до границы с Республикой Беларусь, протяженностью около 240 км. По результатам исследований, было посчитано 72 рыбака. Согласно визуальным наблюдениям 80 % рыбаков-любителей осуществляли улов с помощью спиннинга на маломерных судах, остальные 20 % ловили с берега. Необходимо отметить, что количество рыбаков-любителей женского пола составляло 1/5 доли от общей численности рыбаков. При осуществлении рыболовства в научно-исследовательских целях за период наблюдений в сетных уловах и в уловах рыбаков-любителей на р. Днепр отмечены: густера, карась, судак, плотва, лещ, окунь пресноводный и щука. По встречаемости и биомассе в уловах в 2023 г. на р. Днепр доминировало семейство карповых (84,1 %). Видами-доминантами являются плотва и густера. По результатам научно-исследовательских работ, проведенных на р. Днепр в 2021 г., были рассчитаны объемы рекомендованного вылова для водных биоресурсов на 2023 г.: лещ – 1,59 т, окунь пресноводный – 3,96 т, плотва – 8,49 т, щука – 3,21 т (Приказ Росрыболовства от 02.03.2023 г. № 91). По экспертной оценке запасы осваиваются рыбаками-любителями около 15 % от рекомендованного вылова.

Принимая во внимание небольшую рыболовную нагрузку на рыбные запасы основных видов рыб, предлагаем развивать рекреационное рыболовство с учетом следящих рекомендаций: в целях сохранения и рационального использования водных биоресурсов в современных условиях необходимо соблюдение ограничений по осуществлению любительского рыболовства на территории всех субъектов по объёму добычи (вылова), срокам, орудиям и местам добычи (вылова) и т.д.; продолжить выпуск водных биологических ресурсов в соответствии с ежегодно разрабатываемыми ФГБНУ «ВНИРО» рекомендациями по предельно допустимым объёмам выпуска водных биологических ресурсов в целях формирования ежегодных планов проведения мероприятий по искусственному воспроизводству водных биоресурсов в водных объектах Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна (р. Днепр); проводить мелиоративные работы по очистке жесткой и водной растительности, очистке от мусора и бесхозных орудий лова, расчистке берегов от завалов поваленных деревьев, в соответствии с разработанными рекомендациями по рыбохозяйственной мелиорации.

Белковый концентрат из пивной дробины перспективный компонент комбикормов для объектов аквакультуры

Родионова И.Д.

Центральный институт ФГБНУ «ВНИРО»
e-mail: rodionova@vniro.ru

Интенсивное развитие аквакультуры в последнее десятилетие способствует росту производства высококачественных полноценных комбикормов, что требует в свою очередь использования соответствующих кормовых компонентов. Традиционно источником белка в форелевых кормах являлась дорогостоящая рыбная мука, но современной тенденцией является снижение её уровня и замена на различные белковые добавки, например, соевый концентрат и пшеничный глютен. Также возрос интерес к использованию побочных продуктов промышленного производства в качестве альтернативных ингредиентов, особенно низких по стоимости и более доступных на местном уровне. В качестве такой альтернативы можно рассмотреть пивную дробину, представляющую собой смесь растительных белков, сложных углеводов, органических кислот и других веществ. В своём составе свежая пивная дробина концентрирует 90 % ферментированного естественным путём белка исходного ячменя с богатейшим аминокислотным составом. Дробина имеет потенциал использования, но в нативном виде она содержит антипитательные факторы, такие как лигнин и клетчатка. Глубокая переработка позволяет получать продукт с наибольшим накоплением белковых веществ, являющийся перспективным компонентом комбикормов для объектов аквакультуры. Объектами исследования служили образцы белкового концентрата на основе пивной дробины, производящегося инновационной компанией АО «ТППД» (Сколково). Исследования общего химического состава белкового концентрата из пивной дробины показали, что он содержит 59-67 % сырого протеина, 5-12 % сырого жира, 4-5 % сырой клетчатки, 15-17 % безазотистых экстрактивных веществ, 3-4 % золы. Это позволяет отнести его к среднебелковым компонентам, таким как соевый белковый концентрат или мясокостная мука из птицы. Анализ биологической ценности, характеризующейся аминокислотным и жирнокислотным составом, показал, что белок пивной дробины содержит полный набор незаменимых аминокислот (от 22 до 40 г/100 г продукта) и заменимых (до 40 г/100 г продукта) и по своему составу близок к пшеничному глютену. Но стоит отметить довольно низкий уровень лизина (до 1,7 г/100 г продукта), что характерно для растительных компонентов, а также высокое содержание глутаминовой кислоты (до 17 г/100 г продукта) и пролина (до 10 г/100 г продукта), что может способствовать вкусовой привлекательности корма для рыб. Липиды представлены преимущественно полиненасыщенными жирными кислотами семейства омега-6, основную часть которых составляет линолевая кислота C18:2 (55 %), также они содержат насыщенную пальмитиновую C16:0 (24,1 %) и мононенасыщенную олеиновую C18:1 (11,4 %) жирные кислоты. На основании полученных данных изготовлены образцы экспериментальных продукционных комбикормов с концентратом из пивной дробины, которые были испытаны при выращивании радужной форели средней массой от 40 до 400 г в условиях УЗВ. На основании комплексного анализа данных рыбоводно-биологических, ихтиопатологических, гематологических исследований были сделаны выводы, что использование до 10,0 % сухой пивной дробины, как замены растительных белковых концентратов и глютену в продукционных комбикормах для радужной форели, дает положительный рыбоводно-биологический эффект, характеризующийся высоким среднесуточным, абсолютным и относительным приростом массы, а также высокой выживаемостью и низкими кормовыми затратами и оптимальным физиологическим состоянием объекта.

К вопросу о качестве водорослевого сырья Белого моря

Рощина А.Н.¹, Игнатова Т.А.¹, Березина М.О.², Евсеева Н.В.¹

¹Центральный институт ФГБНУ «ВНИРО»

²Северный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СевВНИРО»)

e-mail: roshchina@vniro.ru

В Российской Федерации большое внимание уделяется переработке водных биологических ресурсов Арктики, в том числе морских водорослей. Поскольку в естественных условиях альгоценозы, как правило, имеют сложную многовидовую и многоярусную структуру, заготовка основных промысловых видов водорослей, обычно, сопровождается изъятием сопутствующих или эпифитных водорослей, которые являются с технологической точки зрения посторонними примесями. При этом, данные об их количественном содержании в водорослевом сырье в опубликованных источниках представлены ограничено. Известно также, что добыча промысловых фукоидов на Белом море зачастую осуществляется без их тщательной сортировки. Таким образом, актуальным является проведение исследований по установлению качественного состава водорослевого сырья и количественного содержания в нём примесей посторонних водорослей (П_{пв}). В результате исследований, проведенных в летне-осенний период с 2019 по 2023 гг. на прибрежных участках Онежского залива Белого моря (у о. Попов и у о. Большой Соловецкий) установлен видовой состав сопутствующих и эпифитных водорослей для промысловых фукоидов (*Fucus vesiculosus*, *F. distichus*, *Ascophyllum nodosum*) и анфельции (*Ahnfeltia plicata*), исследован их химический состав в соответствии с ГОСТ 33331. На основании полученных данных выявлено, что *A. nodosum* на исследованных участках практически не имеет на своих талломах П_{пв}. Незначительное количество П_{пв} зарегистрировано на *F. vesiculosus* и *F. distichus*, произрастающих у о. Попов (не более 5 % от массы проб фукусов). Для этих же видов водорослей, произрастающих у о. Б. Соловецкий, в составе П_{пв} преобладали красные водоросли эпифитно растущий вид - *Vertebrata fucoides* и сопутствующий им вид - *Rhodomela confervoides*, содержание которых достигало не более 20 % в пробах фукусов. На талломах *A. plicata*, собранной в июне у о. Попов, среди П_{пв} также доминировали эпифиты - *R. confervoides* и *V. fucoides*, а к августу наблюдалось развитие сопутствующих бурых водорослей *Dictyosiphon foeniculaceus* и *Chordaria flagelliformis*, в количестве не более 20% от массы проб анфельции. На талломах *A. plicata*, произрастающей в районе о. Б. Соловецкий, значительных П_{пв} не наблюдалось в течение всего периода наблюдений. При оценке качества агара, полученного из смеси *A. plicata* и *V. fucoides*, выявлено, что увеличение массовой доли *V. fucoides* приводит к заметному ухудшению качественных характеристик гелеобразующего полисахарида, что определяет необходимость удаления эпифита с *A. plicata* при его заготовке. На основании полученных данных разработана техническая документация (ТУ и ТИ к ним). Одновременно с этим доказано, что П_{пв}, такие как *R. confervoides*, *V. fucoides*, целесообразно использовать в качестве сырья для получения экстрактов, обладающих антимикробными свойствами. Таким образом, при промышленной переработке водорослевого сырья на стадии заготовки предпочтительно проводить сортирование по видам для их рационального использования и получения продуктов стабильного и высокого качества. Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ «ВНИРО» по подтеме 19.5 «Разработка современных технологических решений в комплексной переработке морских водорослей и трав промысловых, произрастающих в прибрежных зонах морей Российской Федерации, с получением антимикробных, антикоагулянтных, адсорбционных, пищевых, кормовых продуктов и удобрений широкого спектра действия».

Массовая доля воды в коммерческих образцах панированных рыбных кулинарных полуфабрикатов из минтая

Саввина Е.А.

Центральный институт ФГБНУ «ВНИРО»
e-mail: savvina-lena@mail.ru

Здоровый образ и соответствующее ему питание вносит до 50 % вклада в обеспечение здоровья и работоспособности человека от суммы всех факторов, влияющих на образ жизни. Одним из принципов здорового питания, установленным Федеральным законом от 01.03.2020 № 47-ФЗ является обеспечение соответствия химического состава ежедневного рациона физиологическим потребностям человека в макронутриентах. Рыба служит источником полноценного легкоусвояемого белка и полиненасыщенных жирных кислот. Несмотря на биологическую ценность белка рыбы, в рационе питания следует придерживаться баланса животного и растительного белка для лучшего усваивания пищевых веществ и функционирования всех жизненных систем организма человека. Комбинирование животного и растительного сырья, которое позволит расширить ассортимент пищевой рыбной продукции с улучшенными потребительскими свойствами и повышенной пищевой ценностью, удовлетворяющими спрос современного потребителя, можно достичь путем изготовления панированного рыбного кулинарного полуфабриката со сбалансированным составом. Для дальнейшей разработки данного продукта, прежде всего, необходимо исследовать коммерческие образцы данного вида продукции, представленные на рынке. В данной статье представлены результаты анализа коммерческих образцов рыбных полуфабрикатов по массовой доле воды. Для определения массовой доли воды было исследовано 12 образцов панированных рыбных кулинарных полуфабрикатов из минтая, представленных в крупных торговых сетях: 1) рыбное мини-филе «Cross Fish»; 2) рыбные палочки «Новый Океан»; 3) рыбное филе «Новый Океан»; 4) рыбное филе «Дальневосточное» Vici «Приорити»; 5) рыбные палочки «Vici»; 6) рыбные палочки «Бухта Изобилия «Морская семейка»; 7) рыбные котлеты «Бухта Изобилия «Морская семейка»; 8) рыбное филе «ВкусВилл»; 9) рыбные палочки «ВкусВилл» (ООО «Нерпа»); 10) рыбные палочки «ВкусВилл» (ООО «Аврора Бореалис»); 11) рыбные котлеты из минтая с овощами «ВкусВилл»; 12) рыбное филе «Ашан». Массовая доля воды в образцах определялась с помощью анализатора влажности «Эвлас-2М» отдельно в филе/фарше и панировке. В 12 образцах процентное содержание воды в филе/фарше составило соответственно, %: 1) 52,82; 2) 57,58; 3) 76,53; 4) 76,90; 5) 69,72; 6) 64,36; 7) 76,54; 8) 75,78; 9) 74,81; 10) 78,10; 11) 57,05; 12) 75,15. Для панировки исследуемых полуфабрикатов значения данного показателя были следующими, %: 1) 41,87; 2) 42,97; 3) 42,32; 4) 49,87; 5) 51,09; 6) 48,91; 7) 42,90; 8) 42,55; 9) 44,50; 10) 42,46; 11) 59,22; 12) 53,00. Минимальное значение массовой доли воды в филе/фарше исследованных полуфабрикатов составило 52,82 %, максимальное – 78,1 %. Размах значений массовой доли воды в филе/фарше составил 25,28 %. Среднее значение – 69,61 % воды. Минимальное значение массовой доли воды в панировке исследованных полуфабрикатов составило 41,87 %, максимальное – 59,22 %. Размах значений массовой доли воды в панировке составил 17,35 %. Среднее значение – 46,81 % воды. Большой размах значений массовой доли воды в филе/фарше и панировке исследованных коммерческих образцов панированных рыбных кулинарных полуфабрикатов из минтая свидетельствует о неоднородности продукции на рынке по данному показателю, который, в свою очередь, может оказывать существенное влияние на качество продукции. Полученные данные будут использованы при последующей разработке панированного рыбного кулинарного полуфабриката с повышенной пищевой ценностью.

Видовое разнообразие водной биоты острова Симушир (Курильские острова)

Свидерский В.А.¹, Черных Н.А.¹, Новокрещенных С.В.², Частяков В.Н.²

¹Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

²Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»)

e-mail: victor.sviderskiy@mail.ru

В июле 2023 г. Русское географическое общество (РГО) и Экспедиционный центр Министерства обороны РФ проверили четвертый этап экспедиции «Восточный Бастион – Курильские Гряды», с целью комплексного изучения Курильских островов, и в том числе видового разнообразия водной биоты. Цель работы — рассмотреть встреченные виды водной биоты острова Симушир и перечислить их биологические характеристики.

Данные собраны совместной группой представителей из двух филиалов ФГБНУ «ВНИРО» «ТИНРО» и «СахНИРО» на о. Симушир (Курильские острова). Используя различные орудия лова и видеоматериалы полученные от специалистов службы гидрографии Тихоокеанского флота оценивали биологическое разнообразие. Пойманных особей подвергали биологическому анализу, используя стандартные ихтиологические методики. В зависимости от объекта промерялись длина АД и АВ, взвешивали каждую особь. В тексте используются средние значения биологических характеристик.

В удебных уловах (бухта Броутона) попадались следующие виды рыб: тихоокеанская треска (*Gadus macrocephalus*) - 12 особей АД – 54,4 см, массой – 2,3 кг; зайцеголовый терпуг (*Hexagrammos lagocephalus*) - 3 особи АД – 38,8 см, массой – 1,05 кг; получешуйник Гилберта (*Hemilepidotus gilberti*) - 18 особей АВ – 30,5 см, массой – 0,36 кг; бычок–бабочка (*Hemilepidotus papilo*) - 5 особей АВ – 33,4 см, массой – 0,49 кг; бычок–яок (*Muchocephalus jaok*) – 1 экземпляр размером АВ – 44,8 см и массой 1,35 кг. В креветочную ловушку длиной 12 метров с экспозицией 1.5 суток, попались следующие виды: морской серый еж (*Strongylocentrotus intermedius*). Общй вылов составил 261 экземпляр – весом 3.5 кг. Средний размер составил 3,3 см, средней массой 18,2 г.; трубачи (Vaccinidae) Также в креветочную ловушку попались разнообразные виды трубачей. Всего поймано 48 штук, весом 0,2 кг. Размер составил 3,1 см, массой 4,2 г. Уроме того, была отмечена мальма (*Salvelinus malma*):

1) река Форель (бухта Душная), АД – 11,8 см, массой – 24,4 гр., 50 экземпляров;

2) ручей «Без названия» (бухта Малая), АД – 11,2 см, массой – 20,9 гр., 17 экземпляров;

3) залив Мильна на р. Косточкин. АД – 12,5 см, весом 25,4 гр., 39 экземпляров.

Верхняя литоральная зона о. Симушир (б. Броутона) составляет от 5 до 8 метров. Животный мир верхней каменистой литорали значительно беден и представлен следующими видами фауны – это литторины (р. *Littorina*), мелкие морские желуди (белянусы) (*Chthamalus dalli* Pilsbry, 1916). В смешанных поселениях встречается доминирование одного из представленных видов. Иногда какой–либо из этих видов доминирует, но чаще образуют смешанные поселения. В средней части литорали встречаются заросли бурой водоросли – фукуса (р. *Fucus*), поселения морских желудей–белянусов. На глубинах от 7 до 60 метров наблюдались поселения голотурий (*Cucumaria vegae* Theel, 1886), полихет (*Aphelochaeta pacifica* (Annenkova, 1937)), форонид (*Phoronopsis harmer* Pixell, 1912), губки (Porifera), асцидии (Ascidiacea), морские звезды (*Asterias amurensis* Lutken, 1871 и др.).

О состоянии ихтиоцены озера Лебединого (остров Итуруп) в связи с функционированием лососевых рыбоводных заводов

Семенов Р.А.¹, Зеленников О.В.²

¹Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

²Санкт-Петербургский государственный университет

e-mail: roman.semenov@tinro.ru

Исследование ихтиофауны озера Лебединое, расположенного непосредственно рядом с самым крупным населенным пунктом о. Итуруп (Южные Курильские острова) – поселком Курильск, в последние годы стало особенно актуальным. В 2016 г. на ручье Безымянный, впадающем в озеро с восточной стороны, был построен лососевый рыбоводный завод (ЛРЗ) «Лебединый», специализирующийся на выпуск молоди кеты *Oncorhynchus keta* в объеме около 22 млн экземпляров в год. В 2022 г. рядом с первым питомником этого завода был построен еще один с такой же производственной мощностью.

Актуальность исследования озера Лебединое определяется главным образом двумя причинами. Во-первых, в озере осуществляется естественный нерест кеты. Во-вторых, в состав ихтиофауны озера входит сахалинский таймень *Parahucho perryi*, помещенный в Красную книгу России. Более того, озеро Лебединое является одним из двух самых важных водоемов в поддержании численности тайменя в акватории острова.

До настоящего времени количественная оценка состояния ихтиоцены озера не проводилась. С учетом дефицита данных и возросшей актуальности в их пополнении цель работы выявить видовой состав и распределение рыб разных видов вдоль береговой полосы озера непосредственно перед выпуском молоди кеты с рыбоводных заводов.

Обследование озера проводили в мае-июне 2023 г. Отлов рыб произвели на 13 станциях, расположенных вдоль всей береговой полосы. Отлов рыб проводили мальковым неводом. Рыб всех видов прижизненно подсчитывали и в процессе подсчета выпускали в озеро.

Всего были выявлены представители 10 видов рыб: кета, горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*; сима *Oncorhynchus masou*; сахалинский таймень; кунджа *Salvelinus leucomaenis*; амурская девятииглая колюшка *Pungitius sinensis*; крупночешуйная красноперка-угай; трехиглая колюшка *Gasterosteus aculeatus*; японская малоротая корюшка *Hypomesus nipponensis*; и один из видов бычков рода *Gymnogobius*. Молодь кеты массой от 250 до 1500 мг была выявлена на всех обследованных участках; ее наиболее высокая численность ожидаемо оказалась в районе основных природных нерестилищ. Девятииглая колюшка – самый массовый вид в ихтиоцене озера и один из двух видов, представителей которого выловили на всех станциях. Третьим видом рыб с наиболее высокой численностью в ихтиоцене озера была крупночешуйная красноперка-угай. В улове присутствовали сравнительно мелкие экземпляры; крупные представители проходной формы при облове не встретились. Представители всех остальных видов рыб были малочисленными и в уловах встречались единично. На этом фоне весьма многочисленным выглядит сахалинский таймень, в основном представленный в уловах молодью разного размера. Кроме молоди, на станции 7 был пойман крупный экземпляр тайменя, массой около 2 кг. По совокупности полученных данных можно заключить, что озеро Лебединое оказалось доступно для облова мальковым неводом вдоль всей береговой полосы. В прибрежной зоне озера выявили присутствие десяти видов рыб, самыми массовыми из которых были молодь кеты, девятииглая колюшка, и крупночешуйная красноперка. Остальные виды были малочисленными. Наиболее массовым из них оказался сахалинский таймень.

Методы учета водных биологических ресурсов посредством БПЛА в Сахалинской области

Скорик А.В.

Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»)
e-mail: a.skorik@sakhniro.ru

С 2021 г. Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО») развивает методы учета водных биологических ресурсов при помощи беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА).

В настоящее время работа ведется по трем основным направлениям.

Первое – это деятельность в рамках информационного сопровождения лососевой путины и оперативного регулирования промысла тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus*. Так, БПЛА применяют для осуществления учета численности производителей лососей при заходе в нижнем течении нерестовых рек и непосредственно на нерестилищах, что позволяет оценить заполнение последних, а также помогает при проведении их инвентаризации. Следует отметить, что русла рек на Сахалине часто закрыты кронами деревьев, поэтому одновременно с использованием БПЛА применяют также пешие обследования нерестилищ наблюдателями для получения более точных данных.

Второе направление – это использование БПЛА для количественного учета сахалино-хоккайдской сельди *Clupea pallasii* в период нереста с целью оценки её естественного воспроизводства. В ходе подобных работ с помощью БПЛА оконтуривают участки акватории, имеющие (в зависимости от концентрации половых продуктов сельди) различные оттенки белого цвета («молочная вода»). Параллельно для уточнения границ нерестилищ выполняют контрольные водолазные станции на глубинах от 0,5 м до 3–5 м, а также пешие обследования литоральной зоны в период отлива на глубинах от нескольких сантиметров до 0,5 м. При формировании итоговой оценки дополнительно используются материалы икорной водолазной съемки.

Третьим направлением является применение БПЛА при учете рыбаков-любителей в местах массовой любительской подледной рыбалки, являющимся неотъемлемой частью мониторинговых работ в ходе оценки количества вылавливаемой рыбы. В рамках этого направления БПЛА применяют непосредственно для подсчета находящихся на месте лова автомашин и самих рыбаков. Параллельно с облётом территории БПЛА выполняют пеший обход территории, а также привлекают опросные данные. Следует отметить, что использование БПЛА для обозначенных целей является весьма перспективным направлением, так как с воздуха учет количества людей и автомашин представляется более точным, чем иными способами.

Таким образом, беспилотная съемка, являясь современным средством учета водных биологических ресурсов в ходе полевых исследований, позволяет оперативно и с относительно невысокими финансовыми затратами получать высококачественные сведения для решения разнообразных задач рыбохозяйственной науки.

Оценка качества морской воды по концентрации кадмия для марикультурных хозяйств Чёрного моря

Слепухина Е.А.^{1,2}, Барабашин Т.О.^{1,2}, Кораблина И.В.¹, Горгола Л.Г.^{1,2}

¹Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО»

²Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского ЮФУ

e-mail: slepuhinaea@azniirkh.vniro.ru

Для успешного ведения марикультурного хозяйства важно учитывать экологические показатели морской воды, так как они непосредственно влияют на жизнедеятельность и здоровье гидробионтов, выращиваемых в этой среде. При оценке состояния экосистемы Чёрного моря учитывается загрязненность токсичными веществами. Одними из самых опасных среди таких веществ являются тяжелые металлы, включая кадмий. Особенно в случае их сочетания с другими токсичными веществами. Основным способом попадания тяжелых металлов в организм гидробионтов является проникновение их в виде ионов через органы дыхания. Стоит отметить, что кадмий несёт в себе опасность в связи с тем, что обладает сродством к нуклеиновым кислотам и способен проникать в живые клетки организмов. Он может вызывать повреждения ДНК и нарушать ее репарацию – процесс восстановления поврежденной ДНК. Зачастую это приводит к генетическим изменениям и негативно сказывается на живых организмах, выращиваемых в аквакультуре. Также соединения кадмия могут вызывать развитие опухолей, деформацию скелета и воспаление плавников рыб.

Для проведения анализа воды на содержание в ней кадмия использовалась методика РД 52.24.377-2021. Измерения концентрации кадмия в морской воде были выполнены на приборе «МГА-915МД». Для исследования воды Черного моря были взяты 45 проб воды с разной глубины: на поверхности, на глубине 10 метров и со дна моря. Также важно отметить, что пробы были отобраны в разных точках Чёрного моря. ПДК кадмия в морской воде составляет 10 мкг/л. Проанализировав результаты проведенного анализа на содержание кадмия в пробах воды, было выявлено, что в 22 пробах содержание Cd ниже предела обнаружения, минимальная концентрация Cd – 0,10 мкг/л (на поверхности, Геленджик), максимальное содержание Cd – 0,31 мкг/л (на дне). Также были обнаружены результаты, близкие к максимально допустимым: 0,30 мкг/л (на поверхности, Анапа), 0,22 мкг/л (на поверхности, Утриш), 0,21 мкг/л (на поверхности, Головинка). Полученные в результате анализа концентрации кадмия в воде не превышают установленный в Черном море уровень ПДК кадмия.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что концентрация кадмия в пробах воды Чёрного моря не несёт риска для жизнедеятельности гидробионтов в рамках марикультурного хозяйства. Но при этом важно контролировать концентрацию кадмия и других тяжёлых металлов в морской воде, применять меры по их мониторингу и устранению последствий превышения уровня ПДК отдельного загрязнителя, чтобы обеспечить здоровье и безопасность гидробионтов, а также поддержание экологической устойчивости марикультурного хозяйства.

Стандартизация как инструмент управления качеством пищевой продукции

Соловьева С.А.

Центральный институт ФГБНУ «ВНИРО»
e-mail:standards@vniro.ru

На современном этапе проблема улучшения и повышения качества продукции это актуальная и наиважнейшая проблема на любом предприятии. В данный момент в повышении эффективности производства все большее значение играет качество продукции. В соответствии со статьей 4 Федерального закона РФ № 29 «О качестве и безопасности пищевых продуктов» качество и безопасность пищевых продуктов, материалов и изделий обеспечиваются посредством развития мер в сфере стандартизации.

Стандартизация – это деятельность, направленная на достижение упорядоченности в отношении объектов стандартизации. Одной из целей стандартизации является повышение качества продукции, выполнения работ, оказания услуг и повышение конкурентоспособности продукции российского производства. Согласно ст. 21 раздела VI Указа Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. N 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» для обеспечения качества и безопасности пищевой продукции необходимо развивать механизмы стандартизации с целью повышения качества пищевой продукции.

При управлении качеством пищевой продукции используется совокупность инструментов, в том числе механизмы стандартизации. Управление качеством продукции базируется на законодательных и нормативных требованиях, опирающихся на методологию управления качеством, изложенную в исследованиях ученых и специалистов в области качества продукции.

Биоценотический уровень проведения мониторинга гипергалинных водоемов – необходимое условие рационального природопользования

Табакова М.А., Лукерина Г.В., Щербаков В.И.

Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО»

e-mail: mary.1311@mail.ru

Как отмечено Wooldridge et al. (2016) на планете широко распространены гипергалинные озера, большинство из которых расположено в районах с интенсивным испарением и высокой температурой воздуха. Экосистемы гиперсоленых вод очень уязвимы, что обусловлено низким биологическим разнообразием и высокой вариабельностью экологических факторов.

Основными объектами промысла в гиперсоленых озерах являются жаброногие рачки и цисты артемии (*Artemia* Leach, 1819). Данные биоресурсы используют в качестве стартового корма для ракообразных и рыб. Кроме того, высокие адаптивные способности артемии представляют научный интерес в различных областях науки во многих странах.

Одно из основных условий рационального природопользования – оценка запаса водного биоресурса, который можно изъять из окружающей среды с обязательным сохранением естественного воспроизводства и численности популяции рачков во всех охваченных промыслом гипергалинных водоемах. Это достигается путем комплексного исследования популяции артемии и условий их обитания. Динамические изменения неустойчивых биоценозов гиперсоленых вод необходимо отслеживать не только в текущий момент времени, но и в течении длительного периода для эффективного прогнозирования объемов вылова. Этой цели служит биологический мониторинг.

Большинство исследователей, таких как Соловов В.П. и др. (2001), Спектрова Л.В. (1990), Руднева И.И. и др. (2020) и Богатова И.Б. (1980) к лимитирующим факторам внешней среды относят: уровень воды, ее соленость и температуру, а также количество растворенного кислорода. Данные факторы непосредственно влияют на биотические условия среды, численность популяции артемии, морфометрические и продукционные показатели рачков. Установить корреляционные и иные зависимости между показателями для определения текущего состояния биоценоза позволяет единовременное измерение параметров среды и популяции артемии. В настоящее время многолетними исследованиями отечественных и зарубежных ученых и специалистов определены границы встречаемости популяций артемии в зависимости от лимитирующих факторов среды, критические значения и зоны оптимума для стадий постэмбрионального развития артемии в разных регионах России. Так, оптимальным для воспроизводства цист является уровень минерализации от 100 до 180 ‰, а наиболее продуктивными считаются водоемы с соленостью от 70 до 230 ‰. Динамические характеристики артемии в отношении растворенного в воде кислорода исследователями определены от 0,17 до 6-8 мг/л. Температурные колебания для рачка очень широкие от 6 до 40 °С.

Биоценотический уровень мониторинга гипергалинных озер Алтайского края и накопленные на протяжении двадцати лет статистические материалы позволяют отслеживать и прогнозировать тенденции и закономерности циклических изменений уровня водности и состояние запасов сырьевой базы артемии в промысловых водоемах. Установлены границы оптимального развития популяций артемии и формирования промыслового запаса артемии и артемии (на стадии цист) для каждого промыслового водоема, что обеспечивает сохранение природных популяций на фоне стабильного промысла.

Филогенетический анализ изолятов вируса ИНГТ, выделенных впервые от кеты и чавычи на Камчатке

Тарасов В.Е.¹, Бочкова Е.В.¹, Рудакова С.Л.²

¹Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»)

²Центральный аппарат ФГБНУ «ВНИРО»

e-mail: tarasov.v.e@kamniro.ru

Вирусные заболевания рыб – одна из главных причин, сдерживающих рост и распространение аквакультуры в России и в мире. Инфекционный некроз гемопоэтической ткани лососевых (ИНГТ) – высококонтагиозное заболевание, вызываемое (-)РНК-вирусом *Novirhabdovirus salmonid* семейства *Rhabdoviridae*. Это заболевание в России отнесено к карантинным и особо опасным заболеваниям рыб, а также входит в список контролируемых патогенов Всемирной организации по охране здоровья животных.

На Камчатке вирус впервые был выделен в 2001 г. от половозрелой нерки, использованной для закладки икры на лососевых рыбодных заводах (ЛРЗ), расположенных в бассейне р. Большой. Ранее проведенный филогенетический анализ выделенных здесь изолятов вируса показал их близкое родство с североамериканскими изолятами U-геногруппы, выделенными на Аляске (США) и Британской Колумбии (Канада). С 2001 г. вирус ИНГТ регулярно выделяли у половозрелой нерки в бассейне реки Большой, на ЛРЗ отмечено три эпизоотии у молоди нерки со смертностью от 30 до 70%. На основании многолетних данных выдвинута гипотеза о функционировании стабильного природного очага ИНГТ у нерки в бассейне р. Большой.

Помимо нерки на МЛРЗ занимаются воспроизводством чавычи, а ОЛРЗ–кеты. С 2001 г., при ежегодном вирусологическом тестировании, вирус у этих видов рыб не выделяли, однако в 2015-2017 гг., вирус ИНГТ идентифицировали у производителей кеты на ЛРЗ «Озерки, а в 2022 г. – у чавычи на ЛРЗ «Малкинский».

Цель – провести филогенетические исследования изолятов вируса ИНГТ, выделенных от нерки, кеты и чавычи в бассейне р. Большой и определить степень их родства.

Для реконструкции событий адаптации ИНГТ от нерки к другим видам провели филогенетический анализ 35 изолятов вируса ИНГТ, выделенных в лаборатории в ходе ежегодного ихтиопатологического мониторинга на лососевых рыбодных заводах (ЛРЗ) Камчатки (2001-2022 гг.). Филогенетическая реконструкция событий адаптации вируса методом максимального правдоподобия на основе консервативного midG-участка (303 п.н.) гена гликопротеина вируса ИНГТ выявила 3 устойчивые клады вирусных изолятов – «чавыча-нерка 2022 года отбора», «кета-нерка 2015 года отбора», «кета-нерка 2016-2017 года отбора». Все клады включают ≥ 4 изолятов и имеют высокую (>95 %) бутстреп-поддержку. Максимальное попарное расстояние внутри клады «чавыча-нерка 2022 г.» составило 2 нт, от других она отстояла максимум на 12 нт. Клады «кета-нерка 2015 г.» и «кета-нерка 2016-2017 гг.» не имели внутренних различий (расстояние между этими кладами составило максимум 1 нт). Полученные данные говорят о важной роли камчатской нерки в поддержании и распространении вируса ИНГТ в бассейне р. Большая (Камчатка). Филогенетические данные подтверждают роль природного очага вируса ИНГТ в его возможной адаптации к другим видам лососевых рыб – в частности, к кете и чавыче. Существование природного очага ИНГТ следует учитывать в рыбодном процессе уже функционирующих рыбопроизводных заводов, при планировании новых и/или расширении видового состава подращиваемых лососей.

О гистологической проводке тканей рыб с применением изопропилового спирта

Терпугова Н.Ю., Согрина А.В., Журавлева А.А.

Центральный институт ФГБНУ «ВНИРО»
e-mail: terpugova@vniro.ru

В специализированных лабораториях ФГБНУ «ВНИРО» для изучения строения, жизнедеятельности и развития тканей рыб специалисты используют классическую методику приготовления гистологических препаратов (Микодина и др., 2009).

При проведении гистологического анализа исследователи сталкиваются с большими временными затратами на обработку образцов и значительным расходом реактивов (этиловый спирт, ксилол, хлороформ и др.). Кроме этого, использование вредных веществ в рутинной работе является колоссальным минусом метода. В последние годы в медицинских лабораториях, где проводят гистологические исследования, стали использовать проводку на основе изопропилового спирта. Метод является универсальным, подходит, как для автоматизированных, так и для ручных методик. Изопропиловый спирт используют как заменитель этилового спирта, требования к его перевозке, хранению и утилизации менее строги, что в значительной степени упрощает работу гистологических лабораторий.

Целью данной работы стала апробация гистологической проводки с применением изопропилового спирта и подбор ее оптимальной схемы при обработке тканей рыб. Для этого были отобраны образцы тканей жабр, гонад, печени, селезенки, почек, сердца и кишечника различных видов рыб (*Oncorhynchus mykiss*, *Pleurogrammus monopterygius*, *Hippoglossus stenolepis*, *Reinhardtius hippoglossoides*, *Albatrossia pectoralis*). Размер отобранных кусочков тканей не превышал 0,5x0,5 см. Образцы фиксировали в формалине (10 % забуференный нейтральный, 4 % незабуференный) и в жидкости Буэна не менее чем 72 часа в соотношении 1 часть образца и 10 частей фиксатора. Перед началом гистологической обработки материал промывали от фиксатора (формалиновые пробы – водопроводной водой, пробы, зафиксированные в жидкости Буэна – 70° спиртом) согласно рекомендациям стандартной методики (Микодина и др., 2009). Для гистологической проводки использовали раствор основе изопропилового спирта «Изопреп» (изопропанол (99,99986+/-0,00005 %), неионогенный ПАВ (Полисорбат-20/Tween 20) (0,00014+/-0,00005 %) коммерческого производства).

В ходе серий испытаний схем проводок была подобрана наиболее оптимальная: обезвоживание образцов начинали с выдерживания их в течение 1-1,5 часа в 50 %-ном растворе изопропилового спирта (смесь изопропилового спирта и дистиллированной воды 1:1). Затем пробы переносили в концентрированный раствор изопропилового спирта и последовательно выдерживали в трех емкостях по 1 часу. После этого материал помещали в парафин, нагретый до температуры 60° на 2 часа, затем в парафин 60° на 1 час. В дальнейшем образцы подвергали стандартной обработке – заливке, нарезке, окраске и заключению препаратов в заливочную среду.

Модификация общепринятой в ихтиологии гистологической методики позволила осуществить все этапы дегидратации, сохранить качество материала, минимизировать использование ксилола и этанола. Немаловажным преимуществом является сокращение времени обработки образцов. Таким образом, применение гистологической проводки с использованием изопропилового спирта при обработке тканей рыб имеет положительный результат и рекомендовано для рутинного применения в профильных лабораториях.

Ихтиофауна реки Шапкина в границах Ненецкого автономного округа и Республики Коми

Трапезников А.В., Боровской А.В., Студёнов И.И.

Северный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СевНИРО»)

e-mail: trapeznikov@severniro.ru

Река Шапкина протекает по территории Ненецкого автономного округа и Республики Коми, является правым притоком р. Печора. Длина водотока – 499 км, площадь водосбора – 6570 км². Количество притоков длиной менее 10 км – 178, общей протяжённостью 496 км. Количество озёр на водосборе 2213, общей площадью 159 км².

Ихтиологические исследования на р. Шапкина ранее проводились в 1984 г. Северным научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом рыбного хозяйства. В 2023 г. по заказу Департамента природных ресурсов, экологии и агропромышленного комплекса Ненецкого автономного округа Северным филиалом ФГБНУ «ВНИРО» проведены работы, которые позволили актуализировать видовой состав рыбного населения реки и определить возможность использования их запасов.

В ходе исследований на р. Шапкина и в устьевых частях притоков проведен лов рыбы ставными жаберными сетями с ячейкой от 20 до 50 мм и закидным неводом с ячейкой в кутке 4 мм. Обловы на территории Ненецкого автономного округа и Республики Коми выполнены на 10 станциях, в основном приуроченных к местам впадения притоков: р. Лабадявож, р. Санарью, р. Веснею, р. Камавис, р. Большой Олышпор, р. Мальчигейвис, р. Вонда, р. Лиственичная, руч. без названия и в устье р. Шапкина. Всего было выловлено 1798 экз. рыб, относящихся к 8 видам: голян обыкновенный, лещ, окунь речной, плотва, сиг обыкновенный, хариус европейский, щука и язь.

Основу рыбного населения реки с притоками составил голян обыкновенный - на него пришлось 47,4 % от общего вылова. Доли в уловах плотвы и окуня речного, достигают 24,9 % и 20,9 % соответственно. Суммарная доля в уловах леща, сига, хариуса европейского, щуки и язя в обобщённой выборке составила 6,8 %.

Сиг отмечался в уловах ставных сетей в устьевых частях притоков р. Шапкина – Лабадявож и Мальчигейвис. Незначительная доля сига в уловах в целом и отсутствие представителей данного вида в орудиях лова в основном русле реки свидетельствуют о низкой численности сига в р. Шапкина. По всей видимости особи данного вида (вероятнее всего представленные жилой формой) совершают миграции в пределах озерно-речных систем, соединяющиеся сетью притоков с р. Шапкина.

Попаданий представителей лососевых видов рыб в контрольные орудия лова не отмечалось, что так же подтверждается в работе Козьмина А.К. 1984 г. «Краткая гидрологическая и гидрохимическая характеристики реки Шапкина и ее роль в воспроизводстве запасов ценных печорских рыб».

Таким образом, в 1984 г. в уловах было обнаружено 6 видов рыб, в том числе сиг, чир, пелядь, хариус, щука и окунь. В 2023 г. количество видов рыб в уловах увеличилось, при этом доля карповых возросла, доли сиговых и хариуса существенно снизилось, а чир и пелядь не отмечались. Вероятной причиной изменений ихтиофауны стало продолжительное антропогенное воздействие, связанное с разработкой нефтегазовых месторождений.

Промысел чехони в Куршском заливе Балтийского моря

Трофимов Р.В.

Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»)

e-mail: trofimov@atlant.vniro.ru

Чехонь *Pelecus cultratus* (Linnaeus, 1758) является многочисленным и важным промысловым объектом Куршского залива. В период с 1991 по 2022 гг. данный вид занимал третье место (10 % от общей добычи) в уловах после леща *Abramis brama* (L.) и плотвы *Rutilus rutilus* (L.).

В течение длительного периода режим рыболовства в водоеме претерпевал значительные изменения в зависимости от состояния рыбных запасов, применяемых мер регулирования промысла и экономических условий его функционирования. В настоящее время Куршский залив имеет статус трансграничного водоема. Эксплуатацию его биоресурсов ведут два государства: Российская Федерация (75 % площади залива) и Литовская Республика (25 % площади залива). Около 98 % от общего объема вылова чехони добывается в российской части залива.

В соответствии с Правилами рыболовства для Западного рыбохозяйственного бассейна чехонь облавливается преимущественно ставными сетями с шагом ячеи 40 мм, которыми вылавливается 95-98 % от общего вылова вида. Чехонь может быть приловом в другие применяемые орудия лова – угревые ловушки с минимальным шагом ячеи 14 мм и мелкочейные вентера с минимальным шагом ячеи 24 мм. При специализированном промысле этого вида мелкочейные ставные сети в весенний период выставляются в поверхностных слоях воды в центральной части залива. Для чехони установлена промысловая мера: по стандартной длине – 28 см; по абсолютной (зоологической) длине – 32 см. Лов чехони в течение года происходит неравномерно, основной период промысла приходится на весну и осень.

В Куршском заливе чехонь регистрируется промысловой статистикой с 1958 г. На протяжении 65-летнего периода промысла наблюдаются значительные колебания вылова (0,2-482,2 т) данного объекта, что объясняется динамикой запаса и интенсивностью его промысловой эксплуатации. Специализированный промысел чехони в заливе начался в 1974 г. В 1980-е гг. запас вида находился в хорошем состоянии и вылов достиг рекордного значения в 1987 г. – 482,2 т или 16,2 % от общего вылова. В 1989 г. наблюдается резкое снижение вылова, а с 1994 постепенное увеличение и с 2000 г. стабилизация на высоком уровне. Среднегодовой вылов в 2000-2016 гг. составил 311,4 т или 12,6 %. Начиная с 2017 г. отмечается снижение вылова, обусловленное как некоторым уменьшением запаса вида в водоеме, так и характером организации промысла. В 2022 г. добыто 213,0 т чехони, реализация общего допустимого улова – 92,6 %.

Технологические исследования кильки обыкновенной

Харченко Н.Н.

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»)

email: kharchenkonn@kaspnirh.vniro.ru

Добыча килек в Каспийском море после длительного перерыва была возобновлена в 2019 г., в связи с чем, в тот же период были интенсифицированы технологические исследования данного вида сырья. В период с 2019 г. по 2023 г. были проведены работы по исследованию показателей качества кильки обыкновенной (*Clupeonella cultriventris caspia*), составляющей основную долю в промысле каспийских килек.

В процессе проведенных работ установлено, что технологические свойства кильки обыкновенной значительно изменяются в зависимости от периода промысла. Наиболее лабильным показателем химического состава кильки обыкновенной является содержание жира. Килька обыкновенная, выловленная в весенний период, относится к рыбам средней жирности, в осенний период – к жирным рыбам, в зимний период – к особо жирным. При этом, качество продукции из кильки обыкновенной и сроки её хранения находятся в прямой зависимости от сезонной изменчивости активности комплекса ферментов, как протеолитических, так и липолитических. В период с ноября по январь активность ферментов снижается, к марту-апрелю (периоду активного) питания – возрастает.

Дополнительно при проведении работ установлено значение криоскопической температуры для кильки обыкновенной, которое составляет минус $0,95 \pm 0,05$ °С. Исследования по установлению значений криоскопических температур проводились на базе ФГБНУ «ВНИРО» термографическим методом (измеритель температуры ИС-203,2). На основании полученных данных возможно осуществление современного подхода при хранении выловленного сырья, поскольку в настоящее время не все рыбодобывающие суда имеют возможность замораживания уловов.

С целью оценки качества уловов кильки обыкновенной как сырья для изготовления пищевой рыбной продукции были проведены исследования показателей безопасности. Гигиенические исследования на соответствие требованиям ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» показали, что содержание нитрозаминов (сумма N-нитрозодиметиламина (НДМА) и N-нитрозодиэтиламина (НДЭА)), полихлорированных бифенилов и диоксинов не превышает допустимый уровень. Результаты оценки микробиологической, паразитологической безопасности кильки обыкновенной свидетельствуют о соответствии требованиям технических регламентов. При этом, для получения продукции высокого качества при выборе способов переработки необходимо учитывать период добычи сырья.

Вместе с тем, проведенные современные исследования уловов кильки обыкновенной показали необходимость внесения изменений в документы по стандартизации. В настоящее время введен в действие ГОСТ 280-2021 «Консервы рыбные. «Шпроты в масле». Технические условия», в область применения которого включена килька обыкновенная. Рассматривается возможность применения кильки обыкновенной в качестве сырья для изготовления продукции по ГОСТ 7457 «Консервы рыбные – шпроты». При пересмотре ГОСТ 32744-2014 «Рыба мелкая мороженная. Технические условия» необходимо внесение изменений в сроки хранения мороженой кильки обыкновенной на основании проведенных работ.

Изучение мобильных генетических элементов (типа ДНК-транспозоны) у байкальских сиговых рыб

Черезова В.М., Майор Т.Ю., Сидорова Т.В., Сапожникова Ю.П., Королева А.Г., Суханова Л.В.

Лимнологический институт СО РАН
e-mail: lcherezova12@yandex.ru

Геномы эукариотических организмов имеют большое количество некодирующей ДНК, в том числе, мобильные элементы генома (МЭ). В настоящее время МЭ признаны важнейшими функциональными и эволюционными компонентами, участвующими в таких процессах, как модификация структуры генов, перестройка хромосом и видообразование. МЭ, или транспозоны – это участки ДНК, способные к подвижности и увеличению числа копий в геноме. ДНК-транспозоны перемещаются по механизму «вырезать и вставить» и кодируют транспозазу, обеспечивающую этот процесс. Соотношение транскрибируемых транспозонов у лососевых рыб во много раз выше, чем у других видов позвоночных, и более половины этих генов принадлежат к семейству Tc1. Имеющаяся информация об эволюции и полиморфизме Tc1-подобных ДНК-транспозонов получена в основном в результате анализа *in silico*. Однако подходы для изучения МЭ, не требующие секвенирования всего генома/транскриптома, но обеспечивающие физическое извлечение максимального разнообразия последовательностей целевой группы МЭ, приобретают актуальность. В данной работе использован метод селективной супрессии ПЦР (ССП). Принцип метода заключается в том, что к фрагментам ДНК присоединяются супрессионные адапторы, сконструированные так, что праймеры, комплементарные последовательностям супрессионных адапторов, не могут эффективно отжигаться на матрице и инициировать ПЦР сами по себе. ПЦР эффективно проходит лишь в том случае, когда происходит эффективный отжиг как праймера на адапторную последовательность, так и целевого праймера. Амплифицируются только фрагменты, несущие целевую последовательность, которые далее подвергаются нанопоровому секвенированию и аннотированию. Объект поиска целевых последовательностей – байкальский омуль *Coregonus migratorius* Georgi. Цель работы – проверить эффективность метода СПП в сочетании с нанопоровым секвенированием на одной из групп Tc1-подобных ДНК-транспозонов (DTSSa4). По результатам нанопорового секвенирования фрагментов кДНК омуля, полученных с помощью метода СПП в EST базе данных GenBank найдены транскрипты, гомологичные фрагментам МЭ лососевых рыб (*Salmo salar*, *Oncorhynchus nerka*, *O. mykiss*, *O. tshawytscha*), а также других эукариот, в том числе паразитов (трематода *Shistosoma japonicum* и эктопаразитическое ракообразное *Caligus rigercesseyi*). Наличие близких последовательностей транспозонов у разных видов организмов свидетельствует о горизонтальном переносе мобильных элементов между видами. В исследовании проведена функциональная аннотация транскриптов, в которые были встроены последовательности, гомологичные транспозонам DTSSa4 в базе данных NCBI (<https://ncbi.nlm.nih.gov/>). Полученные результаты демонстрируют, что встраивающиеся/перемещающиеся по геному *C. migratorius* Tc1-подобные транспозоны семейства DTSSa4 транскрибируются в составе генов, имеющих отношение к различным важным системам функционирования организма, таких как, передача сигналов, внутри и межклеточный транспорт, клеточное деление, транскрипция, трансляция и иммунитет.

Исследование выполнено при финансовой поддержке проектов РФФИ и МОКНСМ № 20-54-44017, РФФ № 23-24-00644, госзадания ЛИН СО РАН 0279-2021-0005 (121032300224-8) и экологического проекта Еп+ на базе УНУ «Экспериментальный пресноводный аквариумный комплекс байкальских гидробионтов» (ПАК) ЛИН СО РАН.

Современное состояние водных биологических ресурсов Челябинской области

Черногубов А.В., Ялковский С.В.

Уральский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («УралНИРО»)
e-mail: chernogubovlesha1991@mail.ru

Челябинская область расположена на склонах Южного Урала и прилегающих степных районах Южного Зауралья и отличается большим разнообразием природных ландшафтов. На территории Челябинской области насчитывается более трех тысяч озер площадью от 50 до 6000 га, большинство из них в той или иной степени используются для добычи водных биоресурсов. По гидрохимии, гидробиологии и продуктивности водных биологических ресурсов могут существенно различаться.

В весенне-летний период 2022 г. на модельных водных объектах «УралНИРО» (оз. Сунгуль, оз. Иртяш, оз. Курлады, оз. Карагайское, Верхнеуральское водохранилище) наблюдалось снижение общего уровня воды.

Водный режим водоемов находится в тесной зависимости от метеорологических условий. Причиной падения уровня мог послужить дефицит атмосферных осадков в 2020-2022 гг. Снижение уровня и уменьшение водного объема в водоемах любого типа влечет за собой изменения температурного, гидрохимического и гидробиологического режима, в частности, содержания кислорода, углекислого газа, биогенных элементов. На отдельных водных объектах, в частности небольших озерах степной зоны, для ихтиофауны могут складываться неблагоприятные условия обитания, что отрицательно скажется на воспроизводстве, росте, численности рыбы в них, включая массовую гибель во время заморозов.

Исследования кормовой базы на модельных водных объектах показали стабильное состояние по зоопланктону и фитопланктону, количественные показатели которых находились на уровне данных среднемноголетних наблюдений. По зообентосу отмечено снижение численности и биомассы.

Сложившиеся гидрометеорологические условия в период 2021-2022 гг. негативно отразились на естественном воспроизводстве основных промысловых видов рыб (окунь, плотва, карась, лещ). Затяжная весна и низкие температуры воды вегетационного периода в 2021 г. вызвали растянутый во времени нерест и отрицательно повлияли на развитие икры, личинок и мальков рыб, что в дальнейшем ограничило рост высокой численности популяций водных биологических ресурсов.

В Челябинской области насчитывается 10-12 видов рыб, в отношении которых может осуществляться промышленное рыболовство. Основную часть добываемых видов, по которым определяется рекомендованный вылов, составляют мелкочастиковые виды рыб. Основа запасов: плотва – 35 %, карась 24 %, окунь 15 %.

В маловодный период 2020-2022 гг. отмечено снижение вылова по всем видам водных биологических ресурсов. Их добыча по Челябинской области в 2022 г. составила на 12 % меньше, чем в предыдущем году. Объем вылова крупного и мелкого частика снизился на 8 %, причем 68 % вылова добыто на рыбоводных участках в прилове и в ходе мелиоративных мероприятий. Добыча на рыбоводных участках пастбищного и индустриального рыбоводства оказалась также на 8 % меньше, чем в предыдущие годы.

С учётом сложившейся гидроклиматической обстановки прогнозируемый объем запаса по основным добываемым видам снизился в целом на 22,1 %, а именно: карася – на 21,9 %, плотвы – на 34,1 % и окуня – на 7,3 %.

Использование порошка гаммаруса как ингредиента мучных изделий

Шадрина Н.В., Винокур М.Л.

Атлантический филиал ФГБНУ "ВНИРО" («АтлантНИРО»)
e-mail: shadrina13041999@gmail.com

Целью доклада являлось установление степени потерь каротиноидов мучных изделий, обогащенных порошком гаммаруса, в процессе выпечки.

В качестве объекта исследования были выбраны кексы, относящиеся к ассортиментным группам с различной влажностью (12, 18 и 28 % соответственно), представляющие следующие виды: «Столичный», «Чайный», «Домашний».

В роли природного источника каротиноидов был выбран рачок гаммарус (*Gammarus*). Гаммарус характеризуется повышенным содержанием астаксантина, составляющим более 40 % остальных каротиноидов.

Можно предположить, что внесение влагоудерживающих добавок с целью продления сроков годности оказывает негативный эффект на сохранность каротиноидов в образцах. Возможным результатом работы может быть рекомендация использования дополнительных способов консервирования, не влияющих на степень связывания воды (активность воды).

В качестве регулятора кислотности была выбрана лимонная кислота (пищевая добавка Е 330), составившая 1 % от массы муки.

Определение содержания каротиноидов в гаммарусе проводилось методом общего содержания каротиноидов, который включал в себя выделение каротиноидов ацетоном и дальнейшую экстракцию их гексаном с последующей спектрофотометрией.

Влияние влажности образцов и температурных режимов их выпекания на содержание в них каротиноидов по результатам спектрофотометрии и подсчету каротиноидов было выявлено с помощью дисперсионного анализа ANOVA.

Для опытных образцов была проведена органолептическая оценка по пятибалльной шкале. У всех образцов, по результатам оценки, не наблюдалось по консистенции посторонних включений, кексы оказались приемлемыми по вкусу и запаху.

Был сформулирован вывод, что, исходя из полученных данных исследования, а также органолептических оценок, для опытных образцов с различной влажностью и различной степенью термического воздействия вполне целесообразно обогащать каротиноидной добавкой на основе порошка гаммаруса мучные изделия с более высокой влажностью. Фактор термической нагрузки также оказал влияние на степень потери каротиноидов. Для сокращения потерь каротиноидов, обусловленных их окислением при отсутствии водного барьера для случая низкой активности воды, в качестве альтернативного барьера с целью предотвращения микробиологической порчи можно рекомендовать использование альтернативных факторов.

Пресноводные креветки в окрестностях г. Хабаровска

Шайдарова М.С., Новомодный Г.В., Кошелев В.Н.

Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО»

e-mail: decapodasha@gmail.com

Исследования систематики, биологии, численности и распределения пресноводных креветок отряда Decapoda в бассейне реки Амур проводились эпизодически. Вместе с тем, представители отряда играют важную роль в речных и озерных экосистемах бассейна реки. Креветки в бассейне Амура, по литературным данным, представлены четырьмя видами – скромной креветкой *Leander modestus* (Heller, 1862), китайской травяной креветкой *Palaemonetes sinensis* (Sollaud, 1911), большерукой креветкой *Macrobrachium* sp. (в ряде работ указывается как *Palaemon superbis* Heller, 1865) и креветкой зубатой китайской неокаридиной *Neocaridina denticulate* (Naan, 1841). Целью исследований является представление новых данных по распределению и биологии креветок в водоемах Хабаровского района. Материал для данной работы собран в августе 2023 г. Было обследовано пять водоемов в окрестностях г. Хабаровска, в том числе все основные биотопы обитания креветок – пойменные озера, заливы р. Амур и протоки реки (200-500 м ширины). Лов креветок проводили в береговой зоне гидробиологическим сачком и накидной сетью (диаметр – 2,5 м, ячея – 6 мм). Всех креветок подвергали биологическому анализу. Измеряли промысловую длину (TL) и массу. Измерение длины проводили с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 мм, массу с помощью весов с точностью до 0,01 г. Плотность креветок (экз./1 м²) находили путем пересчета количества особей в улове на зону облова сачка или накидной сети. В уловах в водоемах Хабаровского района было отмечено два из четырех представителей отряда Decapoda – скромная креветка (n=290) и китайская травяная креветка (n=61). Относительная численность креветок на отдельных водоемах варьировала в широких пределах: скромная креветка – 0-5,1 (2,3) экз./м², китайская травяная креветка – 0-15,7 (4,4) экз./м². Наиболее высокие уловы обоих видов креветок отмечены в озерах на биотопах с водной растительностью и низкими скоростями течения, наименьшие в протоках и заливах. Скромная креветка наиболее многочисленна была на безымянном озере на о-ве Большой Уссурийский, китайская травяная креветка – на оз. в районе с. Виноградовка. В уловах обоих видов отмечены как взрослые половозрелые особи, так и молодь. Длина тела составила у скромной креветки 12,1-50,9 (24,2) мм, у китайской травяной креветки 14,9-50,5 (27,7) мм. Скромная креветка в сборах, по сравнению с уловами из русловой реки Амур более мелкая, с большей долей сеголетков в среднем 24,2 мм против 51,3 мм. По-видимому, выход скромной креветки в русловую часть Амура типичен только для крупных половозрелых особей, в свою очередь озера, протоки и заливы осваиваются молодью. Исходя из распределения уловов на различных биотопах можно предположить, что скромная креветка в основном большую часть своей жизни проводит на дне водоемов, а китайская травяная креветка предпочитает подниматься вверх в стеблях растительности. Пресноводные креветки в бассейне Амура обеспечивают кормовую базу многих видов рыб. В период исследования ихтиофауна обследованных водоёмов в основном была представлена такими видами рыб как: вьюн, карась, сазан, щиповка, пескари, голянь, бычок. Высокая численность пресноводных креветок указывает на благополучное состояние кормовой базы рыб в районах с большой плотностью.

Современное состояние любительского рыболовства и его влияния на запасы водных биологических ресурсов реки Обь и её притоков Томской области

Шаталин В.А., Цапенков А.В.

Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО»
e-mail: zapsibniro@vniro.ru

Любительское рыболовство, как одно из видов деятельности по добыче водных биологических ресурсов, оказывает определенное влияние на запасы водных биологических ресурсов. Изучение данного влияния является весьма актуальной темой, необходимой для своевременного реагирования в части оценки рекомендуемых объемов добычи (вылова) водных биоресурсов, а также, при необходимости, для внесения изменений в Правила рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна. Данный вид рыболовства весьма популярен в Томской области. Относительно низкое антропогенное воздействие промышленных предприятий на окружающую среду, красивая природа, чистые водоемы, густые леса и возможность поймать трофейные экземпляры рыб являются огромным фактором, способствующим приезду рыболовов-любителей из других, в основном из соседних, регионов. В летний и осенний периоды доля приезжих составляет 60 - 65 % от общего числа рыболовов-любителей. В области имеется множество оборудованных снастями и лодками баз отдыха. Основной целью рыбалки в большей степени является активный отдых. Рыболову-любителю сегодня доступны для использования всё более новые эффективные снасти и способы ловли, разнообразные приманки и подкормки, что значительно увеличивает уловистость рыб. А имеющееся на сегодня техническое оснащение (лодки с мощными моторами, снегоходы, эхолоты, подводные камеры и др.) позволяет ловить рыбу в труднодоступных местах. В особенности техническим оборудованием и различными снастями хорошо оснащены рыболовы-любители в осенний период для целенаправленного лова трофейных экземпляров щуки и судака. Мониторинг любительского рыболовства весьма трудоемкий процесс, имеются некоторые неопределенности (превышение объема вылова суточной нормы, учет рыболовов-любителей на труднодоступных участках водоема и т.д.), из-за которых приходится применять различные экспертные оценки и допущения, дающие в результате лишь приближенную оценку. Однако даже приближенная оценка дает понимание масштабов влияния любительского рыболовства. Величина изъятия (объем вылова) водных биоресурсов рыболовами-любителями на р. Обь и ее основных притоках (р. Томь и р. Чулым) Томской области за период сентябрь 2022 г. по август 2023 г. оценивается в 186,2 т, большую долю (50,7 %) из которой составляет щука (94,5 т.). Объем вылова судака оценивается в 21,94 т, язя – 23,2 т, леща – 16,06 т. В целом, вылов водных биоресурсов при осуществлении любительского рыболовства на р. Обь оценивается в 186,2 т, что составляет около 5 % от рекомендованного объема добычи (вылова) водных биоресурсов, общий допустимый улов которых не устанавливается. Однако в отношении отдельных видов рыб присутствует определенный пресс. В Томской области щука и судак являются видами целенаправленного и специализированного любительского лова, доля вылова которых оценивается в 10 % от рекомендованного объема по каждому виду, что сумме с промышленным рыболовством составляло 93,3 % для судака и 104 % для щуки. В настоящее время, в виду того, что промышленностью не осваиваются объемы рекомендованного вылова в полном объеме, а запасы по данным видам увеличиваются, благодаря пополнению стада младшими возрастными группами, генераций 2017-2019 гг., влияние любительского рыболовства на запасы можно считать минимальным.

Фаршевые полуфабрикаты с добавлением гомогената тканей медузы

Штенина Д.В.

Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)

e-mail:dshtenina@mail.ru

Значительные скопления медуз (аурелии *Aurelia aurita* и корнерота *Rhizostoma pulmo*), которые наблюдаются в Азовском и Черном морях, создают препятствия рыболовству, забивая сети, а также отрицательно влияют на туристическую деятельность Крыма и Краснодарского края. В связи с этим исследования по переработке медуз и создание технологий новых продуктов питания с использованием медуз актуальны и являются одной из мер по предотвращению их распространения.

Пищевая продукция из медуз широко распространена во многих азиатских странах и представлена, в основном, соленой, солено-сушеной продукцией, изготавливаемой с использованием квасцов для укрепления текстуры медузы. Однако в России медузы не относятся к традиционному сырью, а высокое содержание воды в медузе-сырце (96-98 %) не позволяет использовать для них такие традиционные способы обработки, как посол с использованием поваренной соли, копчение, вяление, др.

Целью работы являлось разработка кулинарных изделий с использованием гомогената медузы (варено-измельченная медуза), в сочетании с другими пищевыми ингредиентами, такими как печень птицы, сырье растительного происхождения.

Исследован химический состав используемого основного сырья. Установлено, что в печени птиц в среднем содержится 75,6 % влаги, 16,8 % белка, 5,7 % жира; в гомогенате из медуз – 96,5 % влаги, 1,6 % белка и 0,06 % жира. Печень богата витаминами А, РР, группы В и даже С, она содержит немало макро- и микроэлементов, таких как калий, фосфор, железо, магний, медь и цинк. Ткани медуз, так же содержат достаточно широкий набор микроэлементов таких, как медь, железо, цинк и барий.

Гомогенат медуз рассматривался как источник минеральных веществ. Куриная печень содержит большинство заменимых и незаменимых аминокислот, что делает ее белок полноценным.

Технологический процесс изготовления кулинарных полуфабрикатов содержит следующие этапы: прием сырья; получение гомогената медузы и измельчение печени; подготовка пищевых компонентов (лук, яйца, мука, морковь, картофель, шпик свиной, растительное масло, специи); смешивание компонентов согласно рецептуре, формование изделий (крокеты, зразы, оладьи); фасование в потребительскую упаковку; охлаждение, подмораживание или замораживание полуфабрикатов. Перед употреблением полуфабрикаты необходимо обжарить с обеих сторон на сковороде либо разогреть в духовом шкафу.

В результате сенсорного анализа наиболее высокие оценки получили образцы с содержанием 10 % гомогената тканей медузы. Такое соотношение придает готовому продукту гармоничный вкус, нежную консистенцию и привлекательный внешний вид.

Проведенные исследования показывают возможность использования медузы при производстве кулинарных полуфабрикатов на основе животного и растительного сырья, что позволяет расширить ассортимент продукции, снизить их себестоимость за счет включения в рецептуру более дешевого сырья - медуз.

Перспективы использования естественной кормовой базы высокоминерализованных прибрежных водоёмов Крыма для выращивания молоди ценных морских видов рыб

Яховская А.Р.

Керченский Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)
e-mail: nastyach2000@mail.ru

При использовании живых кормов в аквакультуре, можно добиться наиболее качественного роста и развития молоди ценных видов рыб. В связи с этим солёные и гиперсолёные озера Крымского полуострова, могут служить источниками маточных культур живых кормов для ценных видов рыб, таких как кефалевые или камбаловые. Плотность и частота внесения стартовых живых кормов при их первичном подращивании и доведения особей до состояния жизнестойкой молоди уже была определена, поэтому нам необходимо определить возможно ли использовать зоопланктон полученный в осенне-весенний период для формирования маточного стада. Объектом проведения исследования стало озеро Голь (Янышское), Ленинский район, посёлок Набережное. Предмет исследования – ихтиофауна гиперсолёного озера. В роли цели служит исследование фауны солёных озёр крымского полуострова для выявления динамики, периодичности, а так же причинно-следственных связей влияющих на интенсивность роста численности зоопланктона. В периода проведения исследования было выявлено, что при изменении температуры воды на 1-2 градуса при условии изменении погодных условий уровень воды в месте отбора проб, изменялся в пределах 0,3-0,5 м. Концентрация взвешенных веществ была в диапазоне от 2,98-8,23 мг/л. Минимальное значение солёности составило 35,05 ‰, а максимальное – 80 ‰. При обработке проб был зафиксирован такой таксономический состав: Класс Copepoda (Milne – Edwards, 1834 – 1840), Класс: Rotatoria (Ehrenbrg, 1838), Подкласс: Branchiopoda (Cuvier, 1817), Класс: Branchiopoda (Latreille, 1817). В состав преобладающей группы входили Harpacticoida, а так же Chironomidae gen. sp. Остальные фракции не преобладали на момент зимних отборов проб. Исходя из пересчёта количественного состава на предмет его биомассы, было определено, что для формирования маточного стада в осенне-весенний период для активного кормления пиленгаса живыми кормами, при благоприятных погодных условиях подходит зоопланктон класса Copepoda, так как он присутствовали на протяжении всего времени отбора проб. Средняя биомасса за период исследования составила 0,074 г/м³. Наибольшая биомасса была зафиксирована в начале весны (9,66 г/м³), так как в этот период отслеживалось сезонное потепление. Так же наблюдалось большее количество зимующих яиц Artemia и Rotatoria. При изменении условий их содержания на благоприятные, а так же при высокой кормовой базе, возможно создать маточную культуру, которой можно было бы оперировать для начального прикорма жизнестойкой молоди. Бентосные организмы класса Chironomidae gen. sp. – преобладающие по численности и биомассе. Организмы этого класса были зафиксирован в подавляющем количестве за все время отбора проб (0,130 г/м³). Chironomidae gen. sp. подходят для кормления Азовского и Черноморского калкана. Их нельзя отлавливать в производственном масштабе, но как разовый, малый прикорм для ранней молоди ценных видов морских рыб использовать можно. Таким образом, можно сделать вывод, что даже в осенне-весенний период при наличии благоприятных погодных условий можно отбирать зоопланктон для создания и дальнейшего разведения маточной культуры естественной кормовой базы.

Оглавление

Возрастная структура сома обыкновенного (<i>Silurus glanis</i> L.) в Саратовском и Волгоградском водохранилищах.....	5
Александров Я.В.	5
Обзор результатов исследовательского проекта школьников по видовому определению водных биологических ресурсов с использованием молекулярно-генетических методов на программе «Большие вызовы»	6
Азарова В.В., Бареева Д.Д., Жмуров Д.Д., Подкидышева Ю.К., Свиридов Д.Д., Шашко М.Д., Сошнина В.А., Кривошеев Д.М., Бараев В.С., Мюге Н.С., Щербакова В.Д.....	6
Природный полиморфизм азовской белуги (<i>Huso huso</i>) донской популяции	7
Алимова А.Ш. ^{1,2} , Гайдамаченко В.Н. ^{1,3} , Небесихина Н.А. ¹	7
Дикая популяция гигантской устрицы <i>Magallana gigas</i> (Thunberg, 1793) на азово-черноморском побережье Краснодарского края.....	8
Ананьева М.С. ¹ , Симакова У.В. ¹ , Тимофеев В.А. ² , Семин В.Л. ¹ , Колючкина Г.А. ¹	8
Результаты гидрохимических исследований в Волжско-Каспийском рыбохозяйственном бассейне (Средний Каспий) в августе 2023 г.	9
Анисимова Е.В., Кладити С.Ю., Духова Л.А.....	9
Структурный анализ широкопалости у крабов-стригунов статистическим языком R.....	10
Артеменков Д.В., Сологуб Д.О., Кивва К.К.	10
Смарт-трансформация холодовой цепи под влиянием современных требований участников рынка пищевой продукции	11
Архипов Л.О., Гриневич А.И., Лаврухина Е.В., Зарубин Н.Ю.	11
Гибрид сибирского и амурского осетров как объект товарного рыбоводства	12
Арчибасов А.А.	12
Актуализация требований к рыборастворительным консервам в масле на межгосударственном уровне.....	13
Беломытцева Е.С. ¹ , Харченко Н.Н. ² , Гелова Ю.Р. ²	13
Использование растительных масел в качестве источника субстрата для синтеза эссенциальных жирных кислот у радужной форели (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	14
Биндюков С.В.....	14
Современное состояние Святоносского поселения морского гребешка <i>Chlamys islandica</i>	15
Блинова Д.Ю.....	15
Видовая структура и биомасса зоопланктона в бухте Ольга (Кроноцкий залив, восточная Камчатка) в 2022 г.....	16
Богданова К.В.....	16
Современные изменения климата и их возможное влияние на российское рыболовство	17
Булатов О.А., Кровнин А.С.....	17
Сравнительный анализ результатов учётной траловой съёмки и прибрежного мониторинга осетровых видов рыб Азовского моря в октябре 2022 г.	18
Васёв А.Б. ^{1,*} , Ульченко В.А. ¹ , Гуськова О.С. ²	18
Динамика теломер и транскрипционные перестройки, связанные с термической адаптацией байкальского сига (<i>Coregonus baikalensis</i>)	19

Вахтеева Е.А., Королева А.Г., Сапожникова Ю.П., Яхненко В.М., Сидорова Т.В., Черезова В.М., Волкова А.А., Глызина О.Ю., Суханова Л.В.	19
Оценка токсико-экологических показателей во внутренних водоемах Республики Дагестан	20
Гаджиева Д.Г., Магомедов Г.А.	20
Генетическая характеристика донской популяции стерляди (<i>Acipenser ruthenus</i>).....	21
Гайдамаченко В.Н. ^{1,3} , Алимова А.Ш. ^{1,2} , Небесихина Н.А. ¹	21
Промысловая эксплуатация леща (<i>Abramis brama</i> L.) в Саратовском и Волгоградском водохранилищах.....	22
Гашников М.П.	22
Велигеры <i>Dreissena</i> sp. в зоопланктоне Куйбышевского водохранилища	23
Гвоздарева М.А.	23
Применение экспериментального субстрата для исследования зооперифитона водных техноэкосистем на примере водоема-охладителя Тюменской ТЭЦ-1 (г. Тюмень).....	24
Герасимов А.Г. ¹ , Герасимова А.А. ² , Шарапова Т.А. ²	24
Оценка накопления ртути в воде нижнего течения реки Дон для целей аквакультуры и искусственного воспроизводства гидробионтов	25
Горгола Л.Г. ^{1,2} , Барабашин Т.О. ^{1,2} , Кораблина И.В. ¹	25
Проблемы развития промышленного рыболовства в Центральном федеральном округе России.....	26
Горячев Д.В., Никитенко А.И.	26
Перспективы использования сублимационной сушки в технологиях рыбной пищевой продукции	27
Гриневич А.И., Зарубин Н.Ю., Лаврухина Е.В.....	27
Термические условия среды в морском побережье как фактор определяющий появление высокочисленных поколений карагинской горбуши	28
Дедерер Н.А.	28
Анализ литературных данных по филогении вируса инфекционного некроза гемопозитической ткани (IHNV) лососевых рыб	29
Дыкина Н.В., Рудакова С.Л.	29
Видовая структура нектона Восточно-Сибирского моря	30
Емелин П.О., Мазникова О.А.	30
Генетическая дифференциация озерных форм песчаной широколобки <i>Leocottus kesslerii</i> (Dybowski, 1874).....	31
Жидков З.В. ¹ , Русинек О.Т. ² , Михеев И.Е. ³ , Суханов А.А. ³ , Сиделева В.Г. ¹	31
Позиционирование пищевой рыбной продукции как элемента «ЗОЖ»	32
Зарубин Н.Ю., Лаврухина Е.В., Гриневич А.И., Архипов Л.О.	32
Биологические показатели и динамика запасов промысловых видов рыб реки Днепр.....	33
Зингис И.В., Никитенко А.И.	33
Расселение инвазионного бокоплава <i>Gmelinoides fasciatus</i> (Stebbing, 1899) в бассейне р. Северной Двины.....	34
Ивичева К.Н. ¹ , Филоненко И.В. ²	34
Искусственное воспроизводство стерляди <i>Acipenser ruthenus</i> L., 1758	35

в реке Молога Вологодской области.....	35
Игнашев А.А., Борисов М.Я.	35
Динамика видового состава ихтиофауны Богучанского водохранилища на ранних этапах формирования.....	36
Кайль В.П., Яблоков Н.О.	36
Результаты исследований фитопланктона Веселовского водохранилища в 2022 г.....	37
Кан В.В., Бондарев С.В., Хренкин Д.В., Канаканиди Е.К.	37
Использование в интенсивном рыбоводстве породных групп карпа как важная экономическая составляющая работы рыбоводного хозяйства	38
Картамышев Д.М.	38
Исследование содержания белковых компонентов в сыворотке крови молоди пиленгаса из Азовского моря в весенний период 2022-2023 гг.	39
Кириченко О.В. ^{1,2} , Войкина А.В. ¹ , Бугаев Л.А. ¹	39
Подходы к гаплотипированию стад муксуна в аквакультуре	40
Киселева М.Н., Митрюшкина Д.К.	40
Структурообразующий комплекс и трофическая структура донных беспозвоночных реки Караульная (приток Среднего Енисея)	41
Кислицина Н.И.	41
Изучение эффективности применения иммуномодулирующих добавок в комбикормах для личинок осетровых рыб.....	42
Козлова Е.Ю., Кузьмин И.П.....	42
Экология рыб реки Вилюй.....	43
Колодезникова Й.Н.	43
Анализ полиморфизма стерляди (<i>Acipenser ruthenus</i>) среднего и нижнего участка реки Камы и рыбоводных хозяйств Пермского края	44
Комарова Л.В. ^{1,2} , Валеева А.О. ² , Колесникова Е.А. ²	44
Влияние глубоководной среды обитания на возраст и рост моровых рыб (<i>Moridae</i>) Императорского хребта (Северо-Западная Пацифика)	45
Коростелев Н.Б. ^{1,2} , Орлов А.М. ^{1,2,3}	45
Актуальность и перспективные направления исследований короткоциклических видов рыб Азово-Кубанского района	46
Корсун А.С., Пашков А.Н.	46
Современное состояние популяции сибирского осетра <i>Acipenser baerii</i> Brandt, 1869 в реке Лена	47
Ксенофонтов М.М.....	47
Динамика количественных характеристик приловов мегабентоса по результатам экосистемных съемок в ИЭЗ РФ Баренцева моря.....	48
Кудряшова А.С.....	48
Оценка состояния запасов артемии (на стадии цист) в озерах Челябинской, Курганской, Тюменской, Омской, Новосибирской областей в условиях низкой водности 2022 года	49
Куцанов К.В., Разова Л.Ф., Бражников Е.В.	49

Синергизм рыбного сырья и бактериальных заквасочных культур для создания пробиотических пищевых продуктов	50
Лаврухина Е.В., Зарубин Н.Ю., Гриневиц А.И.	50
Количественная оценка показателей загрязнения воды при выращивании молоди сигов в условиях индустриальной аквакультуры.....	51
Лядвиг А.С.	51
Состояние запасов, ОДУ и промысла основных промысловых видов рыб во внутренних водоемах Республики Дагестан	52
Магомедов Г.А., Гаджиева Д.Г.	52
Оценка качественной структуры и динамика запаса леща по результатам моделирования CMSY на Нижнекамском водохранилище	53
Майданов К.В., Северов Ю.А., Шевчук К.А.	53
Динамика численности тихоокеанских лососей российского происхождения в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне	54
Макоедов А.А.	54
Гидрохимические условия поверхностного слоя Берингова моря в осенний период 2023 г. ...	55
Малыгин Е.Ю.	55
Воздействие высокого уровня загрязнения нефтепродуктами водной среды на развитие водоросли <i>Fucus distichus</i> subsp. <i>evanescens</i> (Phaeophyceae)	56
Мартыненко Д.О., Климова А.В.	56
Размерный состав траловых уловов самцов камчатского краба на юго-востоке Баренцева моря 2022-2023 гг.	57
Маршалковский Д.А., Блинова Д.Ю.	57
Применение методов машинного обучения для анализа генетического полиморфизма популяций	58
Марьяновская Т.А. ^{1,2} , Щербаков Д.Ю. ^{1,2}	58
Определение возраста черного палтуса <i>Reinhardtius hippoglossoides</i> (Walbaum, 1793) в море Лаптевых	59
Мельникова Ф.А., Ведищева Е.В., Трофимова А.О.	59
Инвазии донных сообществ в Каспийское море в современный период	60
Минакова Е.В.	60
Зарубежный опыт в восстановлении европейского осетра <i>Acipenser sturio</i>	61
Митрюшкина Д.К., Киселева М.Н., Апаликова О.В.	61
Данные гаплотипирования сигов Ладожского озера для оценки перспектив искусственного воспроизводства волховского сига.....	62
Митрюшкина Д.К., Киселева М.Н.	62
Перспективы использования паразитов в качестве биологических меток для разграничения локальных стад рыб	63
Новокрещенных С.В., Фролов Е.В.	63
Оценка степени загрязненности воды в реке Содема (Вологодская область)	64
Попета Е.С. ^{1,2} , Лобуничева Е.В. ¹	64

Оценка влияния рыбохозяйственной мелиорации на среду обитания водных биоресурсов Цимлянского водохранилища.....	65
Прошкина О., Андреева И.А, Каширина А.А, Чухнин В.А.....	65
Любительское рыболовство на реке Днепр.....	66
Родимова З.Н., Жарикова В.Ю.	66
Белковый концентрат из пивной дробины перспективный компонент комбикормов для объектов аквакультуры.....	67
Родионова И.Д.....	67
К вопросу о качестве водорослевого сырья Белого моря	68
Рощина А.Н. ¹ , Игнатова Т.А. ¹ , Березина М.О. ² , Евсеева Н.В. ¹	68
Массовая доля воды в коммерческих образцах панированных рыбных кулинарных полуфабрикатов из минтая.....	69
Саввина Е.А.	69
Видовое разнообразие водной биоты острова Симушир (Курильские острова).....	70
Свидерский В.А. ¹ , Черных Н.А. ¹ , Новокрепленных С.В. ² , Частьяков В.Н. ²	70
О состоянии ихтиоценоза озера Лебединого (остров Итуруп) в связи с функционированием лососевых рыбозаводов	71
Семенов Р.А. ¹ , Зеленников О.В. ²	71
Методы учета водных биологических ресурсов посредством БПЛА в Сахалинской области	72
Скорик А.В.	72
Оценка качества морской воды по концентрации кадмия для марикультурных хозяйств Чёрного моря.....	73
Слепухина Е.А. ^{1,2} , Барабашин Т.О. ^{1,2} , Кораблина И.В. ¹ , Горгола Л.Г. ^{1,2}	73
Стандартизация как инструмент управления качеством пищевой продукции.....	74
Соловьева С.А.	74
Биоценотический уровень проведения мониторинга гипергалинных водоемов – необходимое условие рационального природопользования.....	75
Табакова М.А., Лукерина Г.В., Щербаков В.И.	75
Филогенетический анализ изолятов вируса ИНГТ, выделенных впервые от кеты и чавычи на Камчатке	76
Тарасов В.Е. ¹ , Бочкова Е.В. ¹ , Рудакова С.Л. ²	76
О гистологической проводке тканей рыб с применением изопропилового спирта.....	77
Терпугова Н.Ю., Согрина А.В., Журавлева А.А.....	77
Ихтиофауна реки Шапкина в границах Ненецкого автономного округа и Республики Коми	78
Трапезников А.В., Боровской А.В., Студёнов И.И.....	78
Промысел чехони в Куршском заливе Балтийского моря	79
Трофимов Р.В.	79
Технологические исследования кильки обыкновенной	80
Харченко Н.Н.	80
Изучение мобильных генетических элементов (типа ДНК-транспозоны) у байкальских сиговых рыб.....	81

Черезова В.М., Майор Т.Ю., Сидорова Т.В., Сапожникова Ю.П., Королева А.Г., Суханова Л.В.	81
Современное состояние водных биологических ресурсов Челябинской области	82
Черногубов А.В., Ялковский С.В.	82
Использование порошка гаммаруса как ингредиента мучных изделий	83
Шадрина Н.В., Винокур М.Л.	83
Пресноводные креветки в окрестностях г. Хабаровска	84
Шайдарова М.С., Новомодный Г.В., Кошелев В.Н.	84
Современное состояние любительского рыболовства и его влияния на запасы водных биологических ресурсов реки Обь и её притоков Томской области	85
Шаталин В.А., Цапенков А.В.	85
Фаршевые полуфабрикаты с добавлением гомогената тканей медузы.....	86
Штенина Д.В.	86
Перспективы использования естественной кормовой базы высокоминерализованных прибрежных водоёмов Крыма для выращивания молоди ценных морских видов рыб	87
Яховская А.Р.....	87

**МАТЕРИАЛЫ IV НАУЧНОЙ ШКОЛЫ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ**

**Современные аспекты рыбохозяйственной науки и геномные технологии в
аквакультуре и рыболовстве**

Московская область, д. Аносино, 30 ноября – 4 декабря 2023 года

Подписано в печать 01.12.2023.
Печ. л. 13, 5. Формат 60 × 84 1/8.

Издательство ВНИРО
105187, г. Москва, Окружной проезд, д. 19
Тел.: +7 (499) 264–65–33
Факс: +7 (499) 264–91–87